A-S[onies]
1907

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

6L.2TT

GIFT OF

Harvard college library.

March 30, 1923.

MAR 30 1923

UEBER DIE ENTWICKELUNG DES CHONDROCRANIUMS UND DER KNORPELIGEN WIRBELSÄULE BEI DEN VÖGELN.

FOKKO SONIES.

Ueber die Entwickelung des Chondrocraniums und der knorpeligen Wirbelsäule bei den Vögeln.

Ueber die Entwickelung des Chondrocraniums und der knorpeligen Wirbelsäule bei den Vögeln.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE GENEESKUNDE,

aan de Rijks-Universiteit te Groningen,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

MR. P. PET,

Hoogleeraar in de Faculteit der Rechtsgeleerdheid,

tegen de bedenkingen van de Faculteit in het openbaar te verdedigen

OP WOENSDAG DEN 22sten MEI 1907,

des namiddags te 3 uren,

DOOR

FOKKO SONIES,

Arts,

geboren te Groningen.

HAARLEM

DE ERVEN F. BOHN.

1907.

S

Harvard College Library
NOV 27 1907
From the University
by exchange

Trans. to Mus. of Comp. Zool.

Aan mijne Ouders.

UEBER DIE ENTWICKELUNG DES CHONDROCRANIUMS UND DER KNORPELIGEN WIRBELSÄULE BEI DEN VÖGELN.

VON

F. SONIES.

Aus dem Anatomischen Institut zu Groningen.

(Mit Tafel 7, 8, 9 und 10.)

Ueber das Material und die Methode.

Das der vorliegenden Untersuchung zugrundeliegende Material besteht grossenteils aus Embryonen des *Hühnchens* und der *Ente*. Ausserdem habe ich noch einige Exemplare des *Stars* und des *Sperlings* bekommen und standen mir aus der hiesigen Sammlung eine kleine Zahl Praeparate von *Larus* und *Haematopus* zu Dienste.

Ich habe eine grosse Menge *Hühner-* und *Enten*embryone in einer Brutmaschine, System-Darsonval von Lequeux in Paris, gebrütet. In dieser Weise kann man sehr bequem eine grosse Sammlung bekommen. Von etwa 250 *Hühner-* und 110 *Enten*embryonen habe ich Praeparate angefertigt. Weiter habe ich diesen noch 9 Embryone des *Stars* und 2 Embryone des *Sperlings* zugefügt. Die Bruttemperatur wechselte zwischen 39 und 41 Graden Celsius und es genügte, jeden Tag die von den Maximalthermometern angegebene Temperatur zu controlieren. Mit dieser Brutmaschine ist man im Stande etwa 80 bis 100 Eier zugleich zu brüten.

Die Entwickelung des Chondrocraniums der obenerwähnten Vögel habe ich nicht, wie die meisten Untersucher des knorpeligen Skelettes, an Schnittserien verfolgt, wenigstens nicht hauptsächlich an Schnittserien. Denn diese Methode hat den Nachteil, dass man bei den jüngeren Stadien der Entwickelung, und auch bei den älteren Stadien mit Bezug auf jede erste Knorpelanlage, grosse Schwierigkeiten bei der Differenzierung der Gewebe empfindet. Ein bestimmtes Reagenz, welches uns in den Stand setzt, das Knorpelgewebe von dem Vorknorpel- oder von dem verdichteten embryonalen Bindegewebe zu unterscheiden, besitzen wir nicht. In dieser Beziehung hat die vom Herrn Prof. van Wijhe in April 1902 veröffentlichte

Methode, mittels der er die knorpeligen Mikroskelette durch Methylenblau färbte und dieselbe in den durchsichtig gemachten Embryonen in deren natürlichen Lage zu Tage bringen konnte, einen grossen Fortschritt gebracht. Bei der Darstellung meiner Praeparate habe ich diese Methode auch verwendet, für deren Hauptsachen ich nach der obenerwähnten Publikation verweise.

Nur will ich hier auf einige Einzelheiten eingehen. Wenn man nur den deutlichen Vorschriften Folge leistet, so wird es immer gelingen das Knorpelgewebe in dem frischen Material blau zu färben. Eine der hauptsächlichsten Bedingungen ist, dass man die Embryone genügend mit dem Salzsäure-Alcohol extrahiert. Bolles Lee erwähnt in der neuen Auflage seines „The Microtomist's Vademecum" diese Hauptbedingung nicht. Man muss jedoch die Embryone wenigstens eine Woche in dem täglich erneuerten Salzsäure-Alcohol liegen lassen. Auf diese Weise habe ich, mit sehr wenigen Ausnahmen, niemals Niederschläge oder Krystalle in meinen Praeparaten gesehen. Man muss die Embryone im Sublimat-Formol fixieren (100 Teile einer 5% Sublimat-Lösung mit 10 Teilen Formaline) und sehr dafür sorgen, dass man der Fixierungsflüssigkeit nicht z.B. Essigsäure zusetzt.

Die fixierten Embryone werden nachher mit einer alcoholischen Jod-Lösung behandelt. Versäumt man dieses, so sind die Praeparate nach der Färbung durch einen feinen, amorphen, wie Staub aussehenden Niederschlag getrübt. In diesem Falle kann man durch Ausziehung mit Salzsäure-Alcohol und Verwendung des Jod.-Alcohols noch brauchbare Praeparate bekommen.

Die in Canadabalsam aufbewahrten Praeparate behalten die schöne, blaue Farbe des Knorpelgewebes jahrelang. Die Praeparate trüben sich nicht, wie Bolles Lee (1905) auf Grund der Veröffentlichung von Lundvall (1904) angiebt. Ueber die Aufbewahrung von sehr grossen Objecten in Canadabalsam habe ich keine Erfahrung.

Zur Färbung des Knorpels eignet sich das Methylenblau vorzüglich und ich hatte keine Anleitung, mit dem vom Lundvall empfohlenen Toluidinblau einen Versuch zu machen, denn auch Lundvall muss zugeben, dass dieser Farbstoff, wenigstens bei den kleineren Objecten, keinen Vorteil bietet.

Die in ihrer natürlichen Krümmung, in den Eihäuten, fixierten Embryone wurden von mir, nach ihrer grössten Länge, vom Scheitel zum Steiss gemessen. Die Messung geschah immer, wenn der Embryo in 96% Alcohol sich befand.

Es war notwendig, wegen der ausserordentlichen Entwickelung des Auges, aus den meisten Embryonen dieses Organ zu entfernen. Am bequemsten geschah dieses unter dem binoculären Microscop,

während das durchsichtige Embryo sich im Xylol befand. Mit feinen Pincetten entfernte ich die harte Linse und die Augenhäute mitsamt der knorpeligen Sklerotica. Für die Studierung der Basis Cranii und für die microfotographischen Aufnahmen musste ich auch bei vielen Embryonen das Gehirn mit Nadel und Pincet entfernen.

Weiter habe ich die meisten Embryone der vorgerückteren Stadien durch einen Medianschnitt in zwei symmetrische Hälften, doch auch viele Exemplare für das Studium der Einzelheiten, z. B. des Nasen- und Ohrenlabyrinths, durch frontale und sagittale Schnitte in mehrere Stücke zerlegt.

Das Studium dieser Methylenblau-Praeparate wurde ergänzt durch die Untersuchung von Schnittserien aus vielen Stadien der Entwickelung. In dieser Absicht habe ich Serien von 15 bis 20 μ dicken Schnitten aus 5 Stadien des *Hühnchens* und aus 4 Stadien der *Ente* angefertigt.

1.	Sagittale	Schnittserie,		*Gallus*embryo	von	4	Tagen,	6 m.m.	
2.	Frontale	„		„	„	4	„	6 „	
3.	Sagittale	„		„	„	7	„	und 4 Stunden,	13 m.m.
4.	Frontale	„		„	„	7	„	„ 4 „	13 „
5.	Sagittale	„		„	„	6	„	10 m.m.	
6.	Frontale	„		„	„	6	„	10 „	
7.	Sagittale	„		„	„	8	„	19 „	
8*A*.	Frontale	„	des Kopfes eines	„	„	8	„	$19^1/_2$ „	
8*B*.	Quere	„	„ Rumpfes	„	„	8	„	$19^1/_2$ „	
9.	Frontale	„	„ Kopfes	„	„	10	„	26 „	
10.	Sagittale	„	„ „	„	„	10	„	26 „	
11.	„	„	Anas-Embryo		„	6	„	11 „	
12.	Quere	„	„		„	6	„	11 „	
13.	Sagittale	„	„		„	7	„	14 „	
14.	Quere	„	„		„	7	„	13 „	
15.	Sagittale	„	„		„	8	„	14 „	
16.	Quere	„	„		„	8	„	14 „	
17.	Sagittale	„	des Kopfes eines	Anas-Embryo's	von	10	Tagen,	$22^1/_2$ m.m.	
18.	Frontale	„	„ „	„	„	10	„	$23^1/_2$ „	

Jedes Embryo wurde in toto mit Haemalaun gefärbt und später wurden die Schnitte mit Säure-Fuchsine nachgefärbt. Schliesslich habe ich auch hier das Knorpelgewebe mittels des Methylenblau-Farbstoffes blau gefärbt. Die auf den Objectgläsern geklebten Schnitte wurden während etwa einer Viertelstunde in einer $^1/_4\,^0/_0$ Methylenblau-Lösung (ohne Zusatz von Salzsäure) gelegt und alsdann in Alcohol abgespült bis nur noch das Knorpelgewebe den Farbstoff festgehalten hatte. In dieser Weise bekommt man, wenigstens bei den älteren Embryonen, schöne Praeparate.

Schliesslich muss ich noch einige Bemerkungen über die Technik der Mikrofotografie machen. Die Fotogramme wurden mit dem grossen mikrofotografischen Apparate von Carl Zeiss aufgenommen.

Als Lichtquelle habe ich den gewöhnlichen Auer'schen Brenner verwendet; dieses Licht wurde am besten durch einen Pikrine-Filter filtriert. Die Beleuchtungszeit wechselte zwischen 10 und 25 Sekunden. Die jüngeren Stadien brauchten wegen deren schwächerer Knorpelfärbung eine längere Beleuchtung als die älteren Stadien.

Nachdem in dieser Weise die Negative dargestellt waren mittels der Selbereosinplatten aus der Trockenplatten-Fabrik von Otto Perutz in München, habe ich für die Anfertigung der Positive das Liesegang's Tula-Papier von Bayer und Co. in Elberfeld verwendet.

Von den meisten Entwickelungsstadien der einzelnen Skelettelemente bin ich also im Stande Fotogramme zu zeigen, doch ist mir dasselbe z. B. für die späteren Stadien der Columella Auris nicht gelungen. Die diesbezüglichen Praeparate eigneten sich nicht zur fotografischen Aufnahme.

Die Cartilago acrochordalis.

Bei *Hühnchen*embryonen des 4ten oder 5ten Bruttages (5 m m.) und bei 8 bis 9 m.m. langen Entenembryonen ist die Chorda dorsalis in den mit der Methylenblau-Methode dargestellten Praeparaten als ein ziemlich dicker Strang, welcher etwas heller gefärbt ist als die Umgebung, sichtbar (Fig. 1, *ch.*). Im Rumpfteile deuten schon dunkle Querlinien die Segmentierung des Mesoderms an.

Die Grenze zwischen Kopf und Rumpf bildet eine in diesem Stadium der Entwickelung ziemlich starke Knickung, welche wir als die *Nackenbeuge* kennen. Weiter rostralwärts gelangt die Chorda wie ein gerader Strang durch die Occipitalregion hindurch in die mesotische Region und ragt sehr hoch in die *Kopfbeuge* des Gehirns hinein. Die *Brückenbeuge* entsteht später. Man sieht deutlich in den durchsichtig gemachten Embryonen, die verschiedenen Abteilungen des Gehirns: das Telencephalon (Fig. 1, *Vh.*), das Diencephalon mit dem Recessus opticus (Fig. 3, *ro.*) und dem Infundibulum, und das Mesencephalon (Fig. 1, 3, *Mh.*), welches an der Kopfbeuge gelagert ist und dessen Boden die Chorda fast erreicht.

Von der dorsalen Fläche gesehen, zeigt die Chorda bei vielen Embryonen in diesem Stadium und später hauptsächlich in der Occipitalregion unregelmässige Krümmungen in der Horizontalebene, nicht aber in der sagittalen Ebene.

Schnittserien zeigen, dass die Chorda aus einem vacuolenreichen, kleine Zellen führenden Gewebe besteht, welches von einer dünnen, hyalinen Chordascheide umschlossen wird, um welche herum sich das ohne scharfe Grenze in die Umgebung übergehende skeletogene Bindegewebe befindet. Die Spitze der Chorda ist ein wenig ventralwärts gekrümmt und verliert sich im Bindegewebe hinter der

Hypophysis Cerebri. Dieses Bindegewebe, welches den an der Ventralseite des Mittelhirns gelagerten Raum zwischen Infundibulum und Hinterhirn auffüllt, hat von Rathke den Namen „*Mittlere Schädelbalken*" und von Gaupp den Namen „*Gehirnpolster*" bekommen.

Bei etwas älteren Embryonen der *Ente* (von 6 Bruttagen und $9\frac{1}{2}$—10 m.m. Länge) gelangt der erste Knorpel zur Anlage. Im obenerwähnten Gehirnpolster sehen wir nämlich, ventral vom Mittelhirn, ein am rostralen Ende der Chorda anschliessendes, kleines, blaugefärbtes, unpaares Knorpelcentrum. Der dorso-ventrale Durchmesser, so wie der rostro-caudale, des in einer frontalen Ebene gestellten Knorpelstückes, ist sehr klein, aber seine Breite erscheint viel grösser. Bei der *Ente* ist der mediane Abschnitt dünner als die lateralen Flügel, doch konnte ich eine paarige Anlage nicht constatieren. Dieses Knorpelelement ist die erste Anlage des Knorpelskelettes des ganzen Körpers.

Die genaue Beziehung der Chorda zum Knorpel kann man in den Methylenblaupraeparaten nicht sehen. Die Schnittserie dieses Stadiums zeigt, dass die Chorda caudal an die Dorsalfläche des Knorpels anlangt, dann durch den Knorpel hindurchtritt (hier ist also die Chorda vom Knorpelgewebe umhüllt) und endlich, immer dünner werdend und sich umbiegend, ventral aus dem Knorpel hervortritt, während sie ganz frei von Knorpelüberzug hinter der Hypophyse endigt. Der Knorpel lässt also die dünne Spitze der Chorda frei, umhüllt mit seinem medianen Teile dagegen deren höchsten Abschnitt; dieser Lage wegen will ich diesen ersten Knorpelkern die *Cartilago acrochordalis* nennen.

Auch beim *Huhn* finden wir eine Cartilago acrochordalis als erste selbständige Knorpelanlage, welche sich schon bei *Hühnchen*embryonen von 5—$5\frac{1}{2}$ m.m. in ebenderselben Weise entwickelt (Figg. 1 und 2, *ach.*). Dieselbe ist hier nicht so breit wie bei der *Ente*, sondern etwas länger und umhüllt eine grössere Strecke der Chorda. Man kann auch sagen, dass in Vergleichung mit den lateralen Teilen hier der mediane Abschnitt besser entwickelt ist als bei der Ente. Der Vorderrand der Cartilago ist länger als der Hinterrand. Man sieht an den Methylenblaupraeparaten am Orte, wo die Chorda den Knorpel wieder verlässt, eine runde, helle, sich wie eine mediane Oeffnung gestaltende Stelle.

Der N. oculomotorius tritt nicht durch den Knorpel, sondern verläuft längs desselben ventralwärts.

Die Cartilago parachordalis.

Sehr bald nach dieser Anlage finden wir ein zweites Knorpelstück, nämlich die *Cartilago parachordalis*,

Bei *Hühner*embryonen von 6 m.m. Länge, deutlicher bei solchen von 7 m.m., und auch bei 10 m.m. langen *Enten*embryonen sieht man um die hinteren zwei Drittel der Kopfchorda eine blaugefärbte Knorpelhülle, deren vorderer Teil continuirlich, deren hinterer, hinter den Gehörkapseln gelagerter, Teil aber segmentiert ist. Diese letztere Thatsache tritt am deutlichsten zu Tage beim *Huhn*. Schaut man einen solchen Embryo von der Seite an, so zeigt die Occipital- und obere Halsregion in diesem Stadium fast constant vier Knorpelringe, von denen die beiden rostralen vor der Nackenbeuge, die zwei caudalen hinter der Nackenbeuge sich befinden. Die zwei letzteren sind auch keine ganz ausgebildete Ringe, sondern nur an der Ventralseite der Chorda gelagerte Knorpelstückchen. Ihre Lage hinter der Nackenbeuge und die Vergleichung mit älteren Embryonen zeigen, dass sie die Anlagen der zwei obersten Halswirbelkörper sind (Figg. 1, 3 und 4—cv_1, cv_2).

Dieser Thatsache zufolge kann man also sagen, dass die zwei rostralen Knorpelsegmente, welche die Chorda vollständiger umschliessen und an der Dorsalseite der Chorda sich am dünnsten gestalten in derselben Weise als später die Rumpfwirbel, auch wirkliche Wirbelkörper repraesentieren (Figg. 1, 2 und 3 — ov_1, ov_2). Der die Chorda noch mehr rostralwärts umhüllende Knorpel ist continuirlich und folgt alle von der Chorda bei vielen Embryonen gemachten horizontalen Krümmungen (Fig. 1—3 *prv.*). Die Knorpelhülle (sehr wohl kann man hier mit Suschkin von einer Umhüllungsmasse sprechen) ist lateral am dicksten, ventral und in noch höherem Grade dorsal viel dünner; darum erscheint sie, von der dorsalen Fläche gesehen, paarig, in Wirklichkeit aber, wie auch die frontalen Schnitte zeigen, kann hier von einer Trennung der beiden lateralen Teile und also von einer paarigen Anlage nicht die Rede sein, denn immer besteht die ventrale Verbindung unter der Chorda.

Auf die Weise ist die *Cartilago parachordalis* zur unpaaren und selbständigen Anlage gelangt und ich kann mit Bestimmtheit zwei Abschnitte unterscheiden: einen *vertebralen* und einen *praevertebralen* Teil. Noch deutlicher zeigen es 7—8 m.m. lange *Hühner*embryone. Bei noch älteren Embryonen (9 m.m.) sind die beiden Kopfwirbel mit dem vertebralen Abschnitte des Parachordale zusammengeflossen, welches also jetzt eine einheitliche, ununterbrochene Knorpelmasse darstellt, durch welche die Chorda, der Dorsalseite viel näher als der Ventralseite, hindurchtritt (Figg. 4, 5—*pch.*).

Die Cartilago parachordalis entsteht ganz und gar unabhängig von der Cartilago acrochordalis; zwischen diesen beiden Knorpelanlagen läuft die Chorda ohne Knorpelüberzug. Bei einzigen Embryo-

nen dieses Stadiums zeigt der einheitliche Parachordalknorpel, noch mehr oder weniger deutlich einen Rest der früheren Segmentierung.

In derselben Weise findet die Anlage der Cartilago parachordalis bei 10 m.m. langen *Enten*embryonen statt. Die Segmentierung, m. a. W. die Wirbelkörper-Anlage ist hier dagegen weniger frappant, doch in einzigen Praeparaten sehr wohl sichtbar. Auch hier erscheinen in der Occipitalregion, eine kleine Strecke hinter den Gehörkapseln ihren Anfang nehmend, die Anlagen zweier Wirbelkörper; andere Embryone zeigen nur Einschnürungen an der Stelle der intervertebralen, knorpelfreien Ringe.

Mit Bestimmtheit kan ich also constatieren, dass in der Occipitalregion der von mir untersuchten Vögel wenigstens zwei deutlich knorpelige Wirbelkörper sich anlegen. Ich habe speziell in dieser Absicht eine ganze Reihe von Praeparaten mit der Methylenblau-Methode angefertigt und habe die Anlage der Kopfwirbel constant gefunden. Mehr als zwei Wirbelkörper konnte ich nicht mit Sicherheit im Parachordale finden. Auf diesen Befund in Zusammenhang mit den Resultaten Frorieps u. A. komme ich später bei der Litteratur-Uebersicht zurück.

In diesem Stadium besteht das knorpelige Cranium der Vögel nur aus zwei, von einander unabhängigen Knorpelelementen, beide in der posthypophysalen oder chordalen Region.

Auf Schnittserien sieht man, dass dieselben von kleinen Zellen mit spärlicher, knorpeliger Zwischensubstanz aufgebaut sind, welches Gewebe ohne scharfe Grenze in das umgebende Bindegewebe übergeht. Die Cartilago parachordalis ragt rostralwärts bis in das mesotische Gewebe hinein; eine durch die in der Nähe der Medianlinie liegenden Spitzen der Lagenae gedachte Querebene bestimmt ungefähr die vordere Grenze des Parachordale. Das vordere Ende des praevertebralen Teiles ist schmäler als der caudale, zwischen den Hypoglossus-Wurzeln gelagerte Abschnitt.

Ungefähr zur selben Zeit krümmt sich bei beiden Tieren das Gehirn zwischen der Kopf- und der Nackenbeuge und infolge dessen auch die Chorda mit einer dorsalwärts offenen Concavität, m. a. W. die Brückenbeuge macht sich kennbar. Der vordere dritte Teil des Parachordale liegt an der Stelle der grössten Krümmung, welche jetzt noch wenig ausgesprochen ist.

Die Cartilago basiotica (mesotica).

Die Vereinigung der beiden obenerwähnten Knorpelstücke erfolgt durch die Anlage eines dritten Knorpelelements, welches entweder zur selben Zeit als die Trabeculae Cranii oder etwas früher entsteht.

Bei einem 10 m.m. langen und zwei 12 m.m. langen Embryonen

von *Anas* finde ich seitlich und unabhängig von der Spitze des Parachordale eine paarige und selbständige Anlage. Dieser längliche Skeletteil ist genau an der medialen Fläche der Lagena gelagert, sein grösster Durchmesser ist sagittal gestellt und er ist ein wenig concav nach aussen gekrümmt. Von dem Parachordalknorpel ist derselbe durch eine nicht blau gefärbte Linie deutlich getrennt.

Diese paarige Knorpelanlage bildet später die knorpelige Verbindung einerseits zwischen der Cartilago acro- und parachordalis und andererseits die Anlage der Pars cochlearis der knorpeligen Gehörkapsel.

Diese neue Knorpelanlage selbst hat mit der Chorda nichts zu schaffen, sie liegt in einer zweiten, lateralen Reihe, wenn man das Acro- und Parachordale als Skelettelemente einer ersten, medialen (unmittelbar an die Chordascheide anschliessenden) Reihe betrachtet. Kraft ihrer mesotischen Lage und ihres Verhältnisses zu der Gehörkapsel, welche sie später mit dem Parachordale vereinigen wird, bin ich der Meinung, dass sie dem von Prof. van Wijhe bei den *Selachiern* als Lamina-basiotica bezeichneten, obwohl nicht selbständigen Knorpelelement homolog zu stellen ist, und nenne diese bei der Ente im Gegenteil selbständige Anlage: *Cartilago basiotica* (*mesotica*) (Fig. 13, *bo*).

Sie verbindet sich bei weiterer Entwickelung mit den lateralen Rändern der Parachordalspitze (Fig. 6, *bo*), gestaltet sich sehr deutlich nach aussen concav und umhüllt später die Lagena immer mehr wie eine Schale. Bei 13—14 m.m. langen *Anas*-Embryonen sehen wir diesen Knorpel zu beiden Seiten des zwischen der Cartilago acro- und parachordalis gelagerten Chorda-Abschnittes weiter rostralwärts wuchern und sich mit den ihm entgegen wachsenden Teilen des Acrochordalknorpels vereinigen. Der die Verbindung darstellende Knorpel ist sehr dünn, lateralwärts unscharf begrenzt und lässt die Chorda ganz und gar frei (Figg. 4, 10, 12, *bo*).

Der meist caudale Teil der Cartilago basiotica, also die erste Anlage derselben, zeigt wie gesagt, von oben gesehen, jetzt deutlich eine lateralwärts offene Concavität, welche immer tiefer wird, weil die Wände der auf dem Culmen der häutigen Lagena gelagerten Knorpelschale um die Lagena herum weiter lateralwärts wachsen und in dieser Weise die knorpelige Pars cochlearis Capsulae auditivae bilden (Figg. 15, 16, *bo*).

Indem während dieses Processes der Acro- und Parachordalknorpel sich in später zuerwähnender Weise umgestaltet haben, ist jetzt bei der *Ente* in der posthypophysalen Region ein einheitliches Knorpelstück aus zwei unpaaren Anlagen und einem paarigen Abschnitte dargestellt, welches von mir mit den älteren Autoren

Basalplatte genannt, von Suschkin (1899) aber bei *Tinnunculus* als die einheitlich entstehende und vom Anfang an ununterbrochene „Umhüllungsmasse" beschrieben wird.

Die Basalplatte zeigt vom Anfang an und eben infolge ihrer Entstehungsweise eine ziemlich grosse, längliche Oeffnung, durch welche die Chorda ganz frei von Knorpel hindurchtritt. Es ist die *Fenestra basicranialis posterior* (Figg. 10, 12, 16, 17, *bfp*), welche ringsum vom Knorpelgewebe umschlossen wird, nämlich rostral von dem hinteren Rande des medianen Teils der Cartilago acrochordalis, hinten von dem vorderen Rande des Parachordale, und lateral von den basiotischen Knorpeln. Die Oeffnung ist also eine primäre, entwickelt sich nicht secundär durch Resorption von Knorpelgewebe der Basalplatte und muss als ein Rest des knorpellosen Raums zwischen Cartilago acro- und parachordalis gedeutet werden.

Beim *Huhn* gestaltet sich die Entwickelung der Basalplatte ein wenig anders, im dem Sinne, dass hier keine selbständige vom Parachordale unabhängige Anlage der Cartilago basiotica erscheint. Schon bei ihrem ersten Auftreten bei 11—12 m.m. langen *Hühner*embryonen ist die Cartilago basiotica mit der Spitze des Parachordale knorpelig verbunden. Doch konnte ich bei einem Embryo (11 m.m.) eine Andeutung der Trennung zwischen dem Parachordale und dem basiotischen Knorpel sehen, weil hier das vereinigende Knorpelgewebe sehr dünn war. Augenscheinlich haben wir auch beim *Huhn* nicht mit einem Auswuchs des Parachordale zu thun, sondern fand hier eine Beschleuniging in der Entwickelung des Skelettes statt, welches Ereignis ich noch vielfach constatieren werde. Viele bei der Ente vom Anfang an selbständigen Knorpelelemente („Chondrites", T. J. Parker, 1892) entstehen beim *Huhn* im knorpeligen Zusammenhang mit schon früher zur Anlage gelangten Skeletteilen. Vielleicht hat schon die Zusammenfliessung im prochondralen oder bindegewebigen Stadium stattgefunden und ist bei der Verknorpelung also keine getrennte Anlage oder höchstens eine Andeutung da.

Die Cartilago (oder besser: Lamina) basiotica wuchert sodann bei *Hühner*embryonen von 12 m.m. wie bei der Ente zu beiden Seiten der Chorda, ohne dieselbe direct zu berühren, rostralwärts und fliesst mit dem caudalen Ende der Cartilago acrochardalis zusammen, während deren medialer Teil schon zu atrophieren anfängt. In dieser Weise ist auch hier die *Fenestra basicranialis posterior* zustandegekommen.

Die Spitze der Cartilago parachordalis ragt eine Strecke zwischen den beiden basiotischen Knorpeln hervor, welche hier bei Betrachtung von oben einen runden Einschnitt zeigen, während mehr rostral-

wärts die Basalplatte sich breiter gestaltet (Figg. 10, 12, 16, *fbp*, *bo*).

An der Stelle dieser lateralwärts offenen Concavität befindet sich auch beim *Huhn* die erste Anlage der *Pars cochlearis Capsulae auditivae* (Fig. 16, *pcoch*). Beim *Huhn* ist in diesem Stadium und später die Brückenbeuge schwächer entwickelt als bei der *Ente*.

Litteratur-Uebersicht.

In Bezug auf diese allerjüngsten Stadien des Chondrocraniums, sowohl der Vögel als der anderen Tierclassen, besteht grosse Unsicherheit. Ohne Zweifel ist diese Thatsache grossenteils eine Folge der an den älteren Methoden verbundenen grossen Schwierigkeit, um an Schnittserien genau den jungen Knorpel von dem embryonalen Bindegewebe oder dem prochondralen Gewebe zu unterscheiden. Specifische Knorpelreagenze kannte man nicht; viele oder wenige Zellkerne, mehr oder weniger Ablagerung von Zwischensubstanz, diese waren die unsicheren Merkmale. Meine vielfach von den Befunden anderer Untersucher des Vogelchondrocraniums abweichende Resultate müssen also an der Methylenblaufärbung, welche uns den Knorpel deutlich von den anderen Gewebsarten zu unterscheiden gestattet, zugeschrieben werden.

Die Anlage von drei selbständigen Knorpelelementen in der chordalen oder posthypophysalen Region war bei den *Vögeln* noch nicht bekannt. Sodann giebt es Streitigkeit in der Litteratur über die Frage, ob die Parachordalplatte paarig entsteht oder nicht, ob es Wirbelanlagen giebt in der Occipitalregion und wie viele, und wie die Fenestra basicranialis posterior („hintere Fontanelle") gedeutet werden muss.

Nur zwei Tierformen sind bisjetzt mit der Methylenblau-Methode untersucht, zuwissen der *Säugetier*schädel von Noordenbos (1904) und das *Selachier*kopfskelet, über welches Prof. van Wijhe (1904) im Zoologen-Congresse zu Bern berichtete.

„Der zuerst auftretende Knorpel bei den *Selachiern* ist das paarige Parachordale, welches bald die Lamina basiotica (mesotica) entsendet". Diese Lamina basiotica ist von Prof. van Wijhe also nicht als eine selbständige Anlage gesehen; sie ist bei den *Selachiern* weiter von der Chorda entfernt als bei den *Vögeln*, geht bei *Acanthias* von den Seitenrändern, bei den *Rochen*, wo sie wie bei den Vögeln eine grosse Fontanelle umschliest, von dem Vorderrande des Parachordale ab. Ihre selbständige Anlage bei der *Ente* stimmt nicht mit der bei den *Selachiern*, aber ihr Verhältnis zum Parachordale, zu den Gehörkapseln, zu der später zubesprechenden Lamina antotica und dem Polknorpel bestimmt die Cartilago basiotica der *Vögel* als das Homologon der Lamina basiotica der *Sela-*

chier. Es giebt bei diesen letzteren Tieren kein Knorpelstück, welches mit der Cartilago acrochordalis vergleichbar wäre.

Am ausgiebigsten hat Stöhr sich mit den jungen Knorpelstadien der *Urodelen* (1879), der *Anuren* (1881) und der *Teleostier* (1882) beschäftigt. Bei den *Anuren* entstehen nach Stöhr in der Occipitalregion die Occipitalplatten und im praehypophysalen Kopfteile die Trabekel. Dazwischen legt sich die „Balkenplatte" an, welche sich mit den Hinterenden der Trabekel und, mittels des mesotischen Knorpels, mit der Occipitalplatte verbindet. — Bei den *Urodelen* erscheinen paarige, früh mit den Trabekeln und untereinander vor der Chordaspitze zur unpaaren Balkenplatte zusammenfliessende Gebilde. Nachher entstehen paarige Occipitalia. — Bei den *Teleostiern* endlich beschreibt Stöhr caudal von den paarigen Trabekeln zu beiden Seiten der freien Chordaspitze die paarigen „vorderen Parachordalplatten", welche durch Vorknorpelgewebe von den ebenfalls paarigen „hinteren Parachordalia" getrennt sind.

Stöhr (1882) stellt diese vorderen Parachordalia der *Fische* der der Balkenplatte der *Anuren* homolog, während der mesotische Knorpel der letzterwähnten Tiere dem meist rostralen Teile der hinteren Parachordalia der *Fische* gleichgestellt wird.

Finden wir nun ein der Balkenplatte Stöhrs homologes Gebilde bei den *Vögeln* zurück? Dieses konnte die Cartilago acrochordalis sein, welche auch den meist rostralen Teil der Basalplatte darstellt; aber, wie ich später zeigen werde, zwischen den Trabekel-Hinterenden und der Cartilago acrochordalis entsteht bei den Vögeln noch eine neue selbständige Knorpelanlage, nämlich die *Cartilago polaris*. Erneute Untersuchungen bei den *Anuren* werden entscheiden müssen, ob die Balkenplatte entweder mit der Cartilago acrochordalis oder der Cartilago polaris oder mit diesen beiden zusammen zu homologisieren ist. Die hinteren Parachordalia der *Teleostier* und die Occipitalplatten der *Anuren* sind sicher dieselben Gebilde als meine Cartilago parachordalis. Die paarige Anlage dieser Elemente, welche Prof. van Wijhe auch bei den *Selachiern* fand, scheint bei den höheren Tieren (*Säugetieren* — Noordenbos und *Vögeln*) verschwunden zu sein.

Vom mesotischen Knorpel geht nach Stöhr die Bildung der medialen Gehörkapselwand aus, ganz wie bei den *Vögeln;* ausserdem hat derselbe bei den *Anuren* und den *Vögeln* die Function, das Parachordale mit dem mehr rostralen Knorpel zu vereinigen. Ich kann also die Cartilago basi(mes-)otica der *Vögel* dem mesotischen Knorpel Stöhr's und der Lamina basiotica van Wijhe's homolog stellen. Nur diesen Unterschied muss ich hervorheben, dass Stöhr den mesotischen Knorpel als ein der Chorda unmittelbar anschlies-

sendes Knorpelelement auffasst, denn er beschreibt ja sogar den mesotischen Knorpel bei den *Teleostiern* als einen Teil der hinteren Parachordalia. In Wirklichkeit tritt der mesotische Knorpel, wenigstens bei den *Vögeln*, in keine directe Beziehung zur Chorda.

Auch die Entstehungsweise der Basalplatte bei den *Reptilien* stimmt nach der Litteratur nicht mit meinen Resultaten bei den *Vögeln*. Denn bei *Hatteria* legt sich nach Schauinsland (1900) ein paariges Parachordale an, teilbar in einen sphenoïdalen und einen occipitalen Teil. Im sphenoïdalen Teile befindet sich eine grosse Fenestra basicranialis posterior, welche mittels einer, auch von Gaupp (1900) bei *Lacerta* als *Crista sellaris* beschriebenen, queren Knorpelspange von dem mehr rostralwärts liegenden Hypophysenfenster abgegrenzt wird. Diese Crista sellaris liegt also an derselben Stelle als meine Cartilago acrochordalis. Die von W. K. Parker (1883) bei den *Crocodilen* beschriebene continuirliche Basalplatte besitzt keine hintere Fontanelle.

Die bei den *Säugetieren* sich viel einfacher als bei den *Vögeln* gestaltende, posthypophysale Region besteht nach Noordenbos (1904) aus einem unpaaren Parachordale. Er constatiert, dass ein von der Cartilago polaris aus sich entwickelnder, Y-förmiger Knorpel am ventralen Vorderrande des Parachordale sich festheftet. Der dorsal von dieser Vereinigungslinie gelagerte Teil des Parachordale bildet beim *Maulwurf* das Dorsum Sellae. Durch diese Vereinigung wird die Fenestra basicranialis posterior dargestellt, welche hier zwischen dem Parachordale und der Cartilago-polaris, also an der rostralen Seite des Dorsum Sellae, gelagert ist. Kann man nun die Cartilago acrochordalis der *Vögel* irgendwelchem Knorpelelement der *Säugetiere* gleichstellen, oder: ist das Dorsum Sellae der *Vögel* ursprünglich dasselbe Gebilde als das infolge der weniger ausgesprochenen Kopfbeuge auch viel niedrigere Dorsum Sellae der *Säuger?*

Die Fenestra basicranialis posterior wird bei den *Vögeln* rostral durch die Cartilago acrochordalis begrenzt und der Vorderrand des Parachordale bildet ihre hintere Grenze; bei den *Säugern* wird dieselbe vorn durch die Lamina polaris, ein zur praechordalen Region gehöriges und aus zwei paarigen und einer oder zwei unpaarigen Insulae polares entstandenes Gebilde, begrenzt. Ein Element wie die Cartilago acrochordalis der *Vögel* und wahrscheinlich auch der *Reptilen* tritt also bei den *Säugern* nicht auf, es wäre denn, dass die Cartilago acrochordalis bei den letzteren ihr Verhältnis zur Chorda verloren, ventral von der Chorda sich gelagert hatte und dort in die Reihe der Cartilagines polares getreten war.

Darf man möglicherweise den von Noordenbos nicht constant

gefundenen, unpaaren, meist caudalen Polknorpel als ein Ueberbleibsel der Cartilago acrochordalis deuten? Infolge dieser Verschiebung und Atrophie könnte dann der rostrale Teil des Parachordale zum Dorsum Sellae sich umgestaltet haben, während in dieser Weise auch deutlich wird, wie bei den *Säugern* die Lamina polaris direct mit dem Parachordale sich verbindet. Als Stütze dieser Auffassung könnte noch erwähnt werden, dass auch bei den *Vögeln* das Dorsum Sellae in seinem medialen Teile im Laufe der Entwickelung atrophiert und an der ventralen Seite der Chorda zu liegen anfängt. Untersuchungen an Schnittserien bei den *Säugetieren* können hier vielleicht Sicherheit bringen.

Jetzt will ich noch etwas näher auf die *Vögel* eingehen. Wie gesagt, ist der selbständige Knorpelkern, welchen ich Cartilago acrochordalis genannt habe, noch nicht früher beschrieben.

Ratke und W. K. Parker erwähnten beim *Huhn* eine paarige Anlage der Basalplatte. Nur T. J. Parker (1892) hat bei *Apteryx* einen selbständigen Knorpelkern im rostral von der Chordaspitze gelagerten Gewebe gesehen. Seinen Untersuchungen zufolge entsteht der Knorpelkern ziemlich spät (im „Stadium F.") in „the parachordal region or investing mass, which is represented by a plate of dense blastema on each side of the notochord". Seite 56 sagt Parker weiter: „ As however a distinct chondrite subsequently appears in it, which gives rise to a part of the dorsum sellae, and as it is apparently the first part of the skull to appear, being at the present stage decidedly better marked than the parachordals, I think it will be convenient for descriptive purposes to speak of it as the prochordal plate". Den später im „prochordal plate" sich entwickelnden Knorpelkern nennt er den „prochordal cartilage". Dieses stimmt also, mit Ausnahme des Zeitpunkts der Knorpelanlage, mit meinem Befunde, nur verlegt Parker den Knorpel vor die Chordaspitze.

In Bezug auf die Knorpelanlage im Parachordale ist T. J. Parker undeutlich. Seinen Auseinandersetzungen zufolge entstehen die „parachordals" paarig, später vereinigen sie sich um die Chorda herum nur im meist caudalen Abschnitte, weiter rostralwärts dagegen bleiben sie getrennt, wo sie die Fenestra basicranialis posterior bilden. Im Anfange bestehen dieselben aus „dense blastema" im Stadium C noch aus „prochondral tissue", und plötzlich im Stadium E spricht er von „prochordal cartilages". Aus diesem Pluralis geht hervor, dass Parker das knorpelige Parachordale auch paarig auffasst.

Diese Auffassung steht nicht in Einklang mit der meinigen und derjenigen Suschkins, der in 1899 eine ausgiebige Beschreibung

der Entwickelung des *Tinnunculus*-Chondrocraniums veröffentlicht hat. Die meisten, dieser Publikation zu Grunde liegenden Praeparate sind von T. alaudarius, wenige von T. cenchris. Suschkin teilt das beobachtete Material in 18 Stadien ein, das 6te Stadium stellt den Culminationspunkt in der Entwickelung des Knorpelschädels vor.

Im ersten Stadium finden wir die unpaarige „Umhüllungsmasse" als erste Skelettanlage in der posthypophysalen Region. An dieser Umhüllungsmasse unterscheidet der Autor, nach dem Verhältnis zu den Gehörkapseln, die sich an ihren Seiten annähernd in der Mitte von deren Länge befestigen (und später geht die Verknorpelung der Gehörkapseln von der Umhüllungsmasse aus), eine praeauditive und eine postauditive (segmentierte) Region. Die praeauditive Region ragt mit ihrem vorderen Teil in's Innere der Kopfbeuge (vorderen Gehirnbeuge) hinein, welchen vorderen Teil Suschkin „ein dem Dorsum Ephippii vollkommen ähnliches Gebilde" nennt. Er entspricht der „mittleren Trabecula" Rathke's, welchen Namen Suschkin sehr zurecht zurückweist, und dem „prochordalplate" von T. J. Parker. W. K. Parker hat eine ähnliche Bildung „postclinoïd wall" genannt. Aber sehr bestimmt deutet Suschkin dieses Element als nicht selbständig entstehend, denn er sagt (l. c. p. 40): „Der praechordale District der Umhüllungsmasse ist mit deren übrigen Theilen auf ununterbrochene Weise verbunden, und ich habe keine Gründe ihn für ein selbständiges Element zu halten". Aus meinen Befunden beim *Huhn* und bei der *Ente* (und auch aus denjenigen Parker's) geht hervor, dass in dieser Region bei den *Vögeln* sehr deutlich und sehr früh ein selbständiger Knorpelkern sich bildet und es ist sehr fraglich, ob Suschkin sich hier nicht getäuscht hat in der microscopischen Untersuchung der Gewebe. Denn beim Lesen aller einschlägigen Arbeiten und auch aus meiner eigenen Erfahrung macht sich die Schwierigkeit geltend um auf histologischen Gründen den jungen embryonalen Knorpel von Bindegewebe oder prochondralem Gewebe zu differenzieren. In dieser Weise haben viele Untersucher infolge der Anwendung einer älteren Methode knorpelfreies Gewebe für Knorpel gehalten; z. B. lässt Suschkin die knorpeligen Gehörkapseln von der Umhüllungsmasse auswachsen, welche Angabe sicherlich falsch ist. Ich kann Suschkin auch nicht beistimmen, wenn er sagt, dass der N. oculomotorius durch einen paarigen Canal in der apicalen Hälfte des praeauditiven Abschnittes tritt.

Der von mir als Cartilago parachordalis beschriebene Teil entspricht nur dem hinteren (hauptsächlich postauditiven) Abschnitt der „Umhüllungsmasse". Mit seiner Auffassung dieser Umhüllungs-

masse als „ein ganz vom Anfang an als ein ganzes, ununterbrochenes Stück erscheinendes" Gebilde hängt auch Suschkin's Deutung der „hinteren Fontanelle" zusammen. Diese entsteht spät, im 3ten Stadium, durch Knorpelresorption, und wird von ihm, wie auch von Tonkoff (1900) für das *Huhn*, als eine Oeffnung im Parachordale selbst gedeutet. Ich habe dagegen gezeigt, dass der Vorderrand des Parachordale beim *Hühnchen* und bei der *Ente* die Fontanelle hinten begrenzt. Unmöglich also kann, wenigstens bei diesen Vögeln, die Fenestra basicranialis posterior eine Erinnerung an der früheren paarigen Anlage des Parachordale sein. Dieselbe entsteht auch, wie meine Untersuchungen ausweisen, nicht infolge von Knorpelresorption, also nicht secundär und spät, sondern primär und als ein von den Cartilagines basioticae seitlich begrenzter Rest des vom Anfang an nicht knorpeligen, die Cartilagines acro- und parachordalis trennenden Raums. Ich kann folglich der Folgerung Suschkin's, welche er auf Seite 112 (l. c.) macht, nachdem er den ganzen postauditiven Abschnitt auf Wirbelanlagen zurückgeführt hat, nicht bestimmen: „Der Umstand dass die hintere Fontanelle in den occipitalen Abschnitt nicht hereindringt, bestätigt noch mehr die oben angeführte Deutung der Fontanelle: die Grenze der Ausdehnung der Fontanelle nach hinten fällt mit dem hinteren Ende der Region der Parachordalia zusammen". Der bei meinen Vögeln die Fontanelle lateral umgebende Knorpel unterscheidet sich hierdurch principiell vom Parachordalknorpel, dass derselbe schon vom Anfang an sich nicht an die Chordascheide anschliesst, sondern lateral von der Spitze des Parachordale zur Anlage gelangt.

Weitere Entwickelung der Basalplatte.

Schon bei *Anas*embryonen von 13 m.m. (± 7 Bruttagen), wo die beiden erst entstandenen Abschnitte der Basalplatte im Begriff sind mittels des basiotischen Knorpels aneinander zu wachsen, und wo die 3 oder 4 oberen Halswirbelkörper und Bögen sich schon etwas blau färben, hat der parachordale Abschnitt sich in der Fläche ein wenig ausgebreitet. Am lateralen Rande seines caudalen Endes erscheint jetzt ein kleiner paariger Auswuchs, welcher lateralwärts und stark hinterwärts gerichtet ist, das heisst beinahe paralel der Richtung der Halswirbelbögen.

Dieser paarige Auswuchs stellt die erste Anlage des *hinteren Occipitalbogens* dar (Figg. 7, 25, ob_2). Er trennt den 1en Spinalnerv von der hinteren Hypoglossus-Wurzel. Bei 14 m.m. langen Embryonen der *Ente* entsteht kurz vor dem erwähnten noch ein ähnlicher, paariger Auswuchs, ein wenig kleiner als der erste und auch lateralwärts gerichtet. Dieser *vordere Occipitalbogen* (Figg. 10,

25, ob_1) liegt vor der ersten Hypoglossuswurzel. Indem ihre lateralen Spitzen sich bald knorpelig vereinigen, umschliessen sie eine längliche, später runde Oeffnung, durch welche die II. Hypoglossuswurzel hindurchtritt (Fig. 12, N_{12}). Vor der I. Hypoglossuswurzel entsteht kein dritter Occipitalbogen, sondern in Zusammenhang mit den verbundenen Occipitalbögen und mit dem lateralen Rande der Parachordalplatte wächst das Knorpelgewebe um die I. Wurzel herum (Fig. 16, N_{12}).

Diese Ausbreitung der Basalplatte schreitet immer weiter rostralwärts bis an die Cartilago basiotica. In dieser Weise bildet die postauditive Region ein schmales Plättchen, in dessen Medianlinie die nur noch im hintersten Abschnitte ringsum von Knorpel bekleidete Chorda verläuft (Figg. 12, 16). Die lateralen Teile wachsen immer weiter lateralwärts und wir sehen, dass der von den Occipitalbögen dargestellte Abschnitt dorsalwärts concav sich gestaltet, weil die lateralen Ränder immer mehr in die Höhe wachsen.

Wir können uns also merken, dass in diesem vertebralen Abschnitte zwei Wirbelkörper, später zwei Occipitalbögen gebildet werden, während später auch zwei Hypoglossuswurzeln durch zwei Foramina im Knorpel hindurchtreten.

Bei *Anas*embryonen von 15 und 16 m.m. bekommt die Basalplatte infolge deren Ausbreitung, in der durch das I. Hypoglossus-Foramen gedachten Frontalebene, einen kleinen vor- und lateralwärts offenen Einschnitt, welcher durch den N. vagus verursacht wird und sich in später zuerwähnender Weise zum Foramen N. vagi vervollständigt.

Ganz in derselben Weise entstehen die beiden Occipitalbögen bei 11—12 m.m. langen *Hühner*embryonen und die gebogene Basalplatte enthält bei 14—15 m.m. langen Embryonen ebenfalls zwei Foramina N. hypoglossi und ist durch einen breiten Raum von der schon knorpeligen, selbständigen Gehörkapsel getrennt (Figg. 10, 12, 16, 17). In dieser Scheidungszone rücken die N. n. glossopharyngeus und facialis ventralwärts, während der N. vagus in diesem Stadium auch beim *Huhn* schon einen Einschnitt im lateralen Rande der Basalplatte macht.

Bei beiden Vögeln sind in diesem Stadium nur zwei paarige Hypoglossus-Foramina da. Es giebt auch nur zwei Wurzeln des N. hypoglossus, wie ich an einer Schnittserie einer Ente von 6 Tagen (11 m.m.) gesehen habe gleich wie in älteren Stadien. Später, während der Vollendung des Chondrocraniums, erscheint vor den beschriebenen Oeffnungen in derselben Reihe noch ein kleines Foramen im Knorpel der Basalplatte, durch welches kein Nerv, sondern nur ein kleïnes Gefäss tritt (Figg. 23, 42, [N_{12}]). Doch

kann es keinem Zweifel unterliegen, dass diese vordere Oeffnung auf eine frühere, jetzt atrophierte Hypoglossuswurzel weist, welche auch bei den *Selachiern* im Laufe der embryonalen Entwickelung zurückgeht. Wie erwähnt habe ich in meinem jüngsten, auf Schnittserien untersuchten, Stadium doch nicht mehr als zwei Wurzeln constatieren können. Auch bei anderen Vögeln kommen in den älteren Stadien 3 Hypoglossuslöcher vor. In einem Methylenblaupraeparate eines *Sperlings* von 15 m.m. Länge (augenscheinlich unweit des Höhepunkts des Chondrocraniums) sehe ich auch 3 Foramina in einer Reihe, von denen das erste das kleinste und das letzte das grösste ist. Dasselbe finde ich bei einem 15 m.m. langen *Star*-embryo; ja selbst ist hier mehr rostral- und lateralwärts als die vordere Oeffnung, nur an der rechten Seite der Chorda, noch eine kleine, vierte Oeffnung im Knorpel sichtbar.

Die Wirbelsäule.

Ich erwähnte schon, dass zugleich mit der Anlage des vertebralen Abschnittes der Parachordalplatte auch die zwei ersten Halswirbelkörper sichtbar werden. Bei einzigen Embryonen der *Ente* von 10 und mehreren von 11 m.m. erscheinen zwei blaue Ringe um die Hals-Chorda. In den meisten Praeparaten, wo dieses der Fall ist, findet man auch an der Ventralseite der Chorda, dem cranialen Rande der genannten Ringe anschliessend, zwei kleine Knorpelstücke. Die Ringe bilden die erste Anlage der Körper des *Atlas* und *Epistropheus*; die ventralen, annähernd intervertebralen, unpaarigen Knorpelkerne bilden das *erste* und das *zweite Intercentrum* (von Froriep *hypochordale Spange* genannt). Das erste Intercentrum liegt an der ventralen Fläche des cranialen Randes des Atlas-Körpers; das zweite ist mehr vor dem zweiten Wirbel, also im intervertebralen Bezirk, gelagert. Bei vielen Embryonen sieht man schon deutlich diese Intercentra, während von ausgebildeten Wirbelringen noch keine Rede sein kann. Besonders der Atlaskörper ist in den jungen Stadien vielfach ziemlich schlecht entwickelt. Sehr bald nach diesem Auftreten der beiden ersten Halswirbelkörper erscheinen mehrere blau gefärbte Ringe in der Halsregion bei 11 m.m. langen Embryonen.

Die Zahl der knorpeligen Ringe wird immer grösser und bei noch älteren Embryonen ist die ganze Rumpf-Chorda von regelmässig aufeinander folgenden, schönen, blauen Ringen umgeben (Figg. 4, 9, *cv*). Mit Ausnahme der beiden erwähnten erscheinen nirgends mehr knorpelige Intercentra bei den Hals-oder Brustwirbeln (Figg. 7, 14, Ic_1, Ic_2).

Erwähnt muss noch werden, dass niemals der erste Halswirbel-

körper mit dem knorpeligen Schädel unzertrennlich, mittels Knorpelgewebe, verbunden ist.

Bei 12 m.m. langen Embryonen der *Ente* sehen wir auch die ersten Wirbelbögen, nämlich diejenigen der vier oberen Halswirbel. Sie erscheinen als paarige, von den Wirbelkörpern ganz unabhängige, etwas gebogene kurze Knorpelstäbchen. Die beiden Bogenhälften liegen nur den Seiten des Rückenmarks an und ihre dorsalen Enden sind noch um eine grosse Strecke von einander entfernt. Die Atlasbögen sind die kleinsten, alle Bögen sind noch nicht dunkel blau gefärbt (Fig. 9, *c b*). Bald werden mehrere selbständige Bogenanlagen sichtbar.

Während diese Bogenhälften bald nach ihrer Entstehung ihre Selbständigkeit einbüssen und mit ihren ventralen Enden den lateralen Seiten der zugehörigen Wirkelkörper anwachsen, bleiben die Atlasbögen immer unabhängig vom Körper (Figg. 10, 12, 25, cb_1). Bei 13—14 m.m. langen Embryonen vereinigen sich die Bogenhälften des Epistropheus mit der lateralen Fläche des cranialen Teils der Körperanlage. Inmittels werden die Knorpelringe aller Wirbel dicker, in den Praeparaten dunkler blau gefärbt, und nehmen die Gestalt der ausgebildeten Wirbelkörper an.

Bezüglich der Entwickelung der zwei ersten Wirbelkörper noch Folgendes. Die beiden Intercentra verlängern sich bei Embryonen von 15 m.m. zu queren, nicht mit den Wirbelkörpern verbundenen Knorpelstäbchen. Die lateralwärts gerichteten Enden nähern sich also den ventralen, freien Enden der Atlasbögen, bezw. den schon mit ihrem Körper verschmolzenen Epistropheus-Bögen. Der Atlas-Körper erscheint noch als ein selbständiger Knorpelring, welcher sich cranialwärts etwas verschmälert und überhaupt kleiner ist und bleibt als die sich immer verlängernden, übrigen Wirbelkörper (Fig. 28).

Dagegen ist das erste Intercentrum viel voluminöser als das zweite. Bei 16 m.m. langen Embryonen sind die Atlasbögen und das 1e Intercentrum einander sehr nähe gerückt und sind bei einigen Embryonen schon mittels eines sehr dünnen Knorpelstreifens verbunden.

Bei noch weiter entwickelten Embryonen von 19 m.m. haben sich die Epistropheusbögen dorsal vereinigt, während ventral das zweite Intercentrum mit seinen lateralen Teilen sich dem Körper und den Bögen des Epitropheus genähert hat und alsdann mit diesen zusammengewachsen ist. Der Atlas-Körper ist noch selbständig, obschon dem zweiten Wirbelkörper sehr nahe gerückt. Das erste Intercentrum hat, als quere Spange ein Zwischenstück zwischen den Bögen bildend, sich mit den Atlasbögen verbunden und stellt also den Arcus anterior Atlantis dar (Fig. 28 *aaa*); der Arcus posterior ist noch offen, sogar bei 26—28 m.m. langen Em-

bryonen noch. Im Gegensatz zu den als dünnen Spangen erscheinenden Atlasbögen, sind die Bögen des Epistropheus bei 22 m.m. langen Embryonen breite gebogene Platten geworden, welche an ihrem caudalen Rande einen Processus articularis zur Artikulation mit dem dritten Wirbel und einen vorderen Gelenkfortsatz zur Artikulation mit einem ähnlichen kleinen Auswuchs am caudalen Rande des Atlasbögen entsenden. Der kleine Atlaskörper hat sich jetzt mit dem zweiten Wirbelkörper vereinigt und bildet also den Dens oder Processus odontoideus Epistrophei, durch welchen die ein wenig eingeschnürte Chorda in den den Condylus occipitalis bildenden, verdickten, medianen, hinteren Abschnitt der Basalplatte hindurchtritt. Dieser Condylus occipitalis articuliert mit dem zu einer Facette abgeflächten und verbreiterten Arcus anterior Atlantis. Der ausgebildete Epistropheus ist also aus vier anfangs selbständigen Elementen aufgebaut, nämlich: dem zweiten Wirbelkörper, dem zweiten Intercentrum, den paarigen Bogenhälften und dem ersten Wirbelkörper.

Auch die anderen Halswirbelbögen sind bei 19—20 m.m. langen *Enten*embryonen dorsal geschlossen. Sie bilden breite Knorpelplatten, deren dorsale Enden mehr caudalwärts als die ventralen Abschnitte gelagert sind. Dies geschieht infolge der Stellung der Processus articulares: der Proc. articularis posterior sitzt wie ein stumpfer, breiter Auswuchs am caudalen Rande des dorsalen Bogenteils, der Processus articularis anterior dagegen ist mehr ventral gelagert. In der Halsregion sind diese Fortsätze also ziemlich weit von einander entfernt (Fig. 29). Bei den Brustwirbeln liegen die Processus articulares eines Wirbels einander viel näher infolge des dorsalwärts rückens des Proc. articularis anterior. In Zusammenhang mit diesem Umstand ist in der thoracalen Region der ventrale und hier mehr am cranialen Drittel des Wirbelkörpers inserierende Bogenabschnitt sehr schmal. In der Halsregion inserieren die Bögen an der ganzen, lateralen Fläche des Wirbelkörpers.

In der Zwischenzeit sind auch die Processus transversi am Halse direct ventral von dem Processus articularis anterior erschienen, also am cranialen Teil der Bögen sitzend und dadurch diesen Abschnitt im Gegensatz zum hinteren, dünneren Teil verdickend. Dieser dünnere Teil ist bei den Brustwirbeln verschwunden, wo infolge der mehr dorsalen Stelle der Processus articulares anteriores diese auch weiter von den Processus transversi entfernt sind.

Die Wirbelkörper sind sehr in der Länge ausgezogen und, indem die Chorda dorsalis intravertebral etwas eingeschnürt ist, haben sie wie ein medianer Schnitt zeigt, in geringem Grade Sanduhrform. Dieses ist bei 25—26 m.m. langen Embryonen deutlich (Fig. 26).

Die Rippen.

Bei 14 m.m. langen *Anas*-Embryonen erscheinen die Rippen im Brustteil ungefähr zurselben Zeit als die ersten Wirbelkörper- und Bogenanlagen in dieser Region als schwach blau gefärbte, gebogene Stäbchen, ventral zu beiden Seiten der Wirbel und ganz und gar selbständig. Die Zahl dieser ersten Anlagen der Brustrippen beträgt bei 15 m.m. langen Embryonen 8, von denen die meist cranial und caudal gelagerten die kleinsten sind Bei weiterer Entwickelung nähern sich ihre dorsalen Enden der Stelle, wo die Bögen sich an den Körper befestigen, sodann bifurkieren sie sich bei 15—17 m.m. langen Embryonen. Der caudal und dorsal gerichtete Zweig fängt an mit dem Processus transversus zu articulieren, der ventral und mehr cranial gerichtete Zweig dagegen mit dem cranialen Rande des Körpers desselben Wirbels. Bei einem Embryo von 26 m.m. giebt es 8 solcher ventralwärts sehr spitz zuläufenden Brustrippen, von denen die erste zu dem 16ten Wirbel gehört.

Auch in der Halsregion sind Rippen, obgleich viel kleinere, entstanden. Man sieht nämlich zwischen dem Processus transversus und der lateralen Fläche des Wirbelkörpers bei Embryonen von 18—19 m.m , anfangs nur an den meist caudalen doch später auch an den mehr cranialen Halswirbeln, sehr kleine Knorpelstäbchen welche mit ihrem ventralen Ende stark caudalwärts gebogen sind; auch die Anlage dieser knorpeligen Halsrippen ist bestimmt selbständig (Fig. 30, *r*). Später kommt auch hier die Bifurkation und die Verbindung mit den Processus transversi und den Wirbelkörpern zu Stande und dann bilden die Halsrippen mit den eigentlichen Processus transversi das von der Art. vertebralis ausgefüllte Foramen intertransversarium. Am Atlas und Epistropheus entwickeln sich keine Rippen.

Der knorpelige Schultergürtel liegt bei älteren Embryonen im Niveau des 14—15 Wirbels, an derselben Stelle als zur Zeit des ersten Auftretens der Extremitäten (Fig. 27).

Auch beim *Huhn* legen sich die Wirbelkörper als knorpelige Ringe an. Zugleich mit den beiden vorderen Wirbelkörpern oder schon früher erscheinen die beiden einzigen knorpeligen Intercentra. Wenn die folgenden Wirbelkörper erscheinen, sehen wir schon bei den vordersten die Bögen als paarige, noch nicht deutlich blaugefärbte Stäbchen, von denen man noch nicht mit Bestimmtheit angeben kann, ob sie selbständig sind oder nicht, wie das wohl bei der *Ente* möglich war. Sobald die Bögen deutlich knorpelig geworden sind, sind sie auch bei den meisten *Hühnchen*-Embryonen mit dem Körper knorpelig verbunden. Zum Beweise dass wir hier

wieder mit einem beschleunigten und abgekürzten Entwickelungsgang zu thun haben, erwähne ich, dass der die Bögen mit dem Halswirbelkörper verbindende Knorpelstreifen in den meisten Praeparaten sehr dünn ist und dass es mir gelungen ist, wiewohl lediglich nur in einem Praeparate, die Selbständigkeit des Knorpelkerns in den Halswirbelbögen zu constatieren. Die selbständige Anlage hat sich in den Brustwirbelbögen besser erhalten.

Die Atlasbögen sind in 10—10½ m.m. langen Embryonen deutlich vom Körper unabhängig, auch beim *Huhn* sind sie viel kleiner als die übrigen Bögen. Auf eine Thatsache will ich noch hinweisen: in zwei Embryonen von 11 und zwei von 12 m.m. sind die ventralen, etwas verdickten Enden der Atlasbögen durch einen sehr dünnen Knorpelstreifen mit dem Atlaskörper verbunden; diese geringfügige Verbindung kann aber die Selbständigkeit des Atlasbogens nicht beeinträchtigen, weil bei den meisten Embryonen von 12 m.m. die Bögen ganz und gar vom Körper unabhängig sind und bei weiterer Entwickelung auch bleiben (Fig. 25, cb_1).

Mit Ausnahme der zwei vordersten werden keine knorpelige Intercentra gebildet. Diese beiden sind unpaarige Stäbchen, welche sich bei 15 m.m. langen *Hühner*embryonen mit den Atlas-bezw., den Epistropheusbögen vereinigen (Fig 28). Das Atlas-Intercentrum ist hier auch viel voluminöser als das zweite.

Die weitere Entwickelung der Wirbel (Fig. 27, 29) und Rippen (Fig. 30) gestaltet sich genau so wie bei der *Ente*. Die Atlasbögen bleiben sehr spät dorsal offen, bei 25—26 m.m. langen Embryonen sind sie geschlossen.

Litteratur-Uebersicht.

Es ergiebt sich also aus meinen Befunden, dass auch bei den *Vögeln* die Wirbelbögen einen vom Wirbelkörper vom Anfange an unabhängigen Knorpelkern bekommen. Dieser Umstand, welcher auch von Noordenbos sehr bestimmt bei den *Säugern* constatiert ist, eignet sich sehr schön zur Erklärung der Eigenthümlichkeit des Verhaltens des Atlaskörpers (auch des knöchernen) zum späteren Atlasbogen. Denn da man jetzt weiss, dass Bögen und Körper des Atlas vom Anfange an unabhängig sind, hat diese Erklärung viel weniger Schwierigkeit als früher, da man voraussetzen müsste, dass der Atlaskörper sich in unerklärlicher Weise von den Bögen losmachen sollte. Ein Intercentrum als Vervollständigungsknorpel des Arcus anterior Allantis hat Noordenbos dagegen bei den *Säugetieren* nicht gefunden. Wohl verknöchert dieser vordere Atlas-Bogen beim *Menschen* selbständig.

Bei den *Vögeln* ist, so viel ich weiss, diese Thatsache noch nicht

früher beschrieben. Denn Suschkin (1899) sagt in seiner Arbeit über *Tinnunculus* nur wenig von der Entwickelung der Wirbelsäule und das Wenige ist in dieser Beziehung noch undeutlich In seinem ersten Stadium erwähnt er kurz, dass der Wirbel aus einem Körper oder Centrum, einem Paar Bögen, einem Intercentrum und einem Paar Rippen bestehe. Nachdem Suschkin gesagt hat, dass diese Gebilde ursprünglich selbständig sind (er meint wahrscheinlich im bindegewebigen Stadium, also noch früher als im frühesten von ihm untersuchten Stadium), führt er weiter (l. c. p. 41) an: „In diesem Stadium sind die Bögen in der Hals- und Brustregion der Wirbelsäule innig an die Wirbelkörper befestigt, so dass die Grenze zwischen dem Bogen und dem Wirbel hauptsächlich durch den histologischen Unterschied dieser Gebilde angedeutet wird". Nur der Atlas bildet eine Ausnahme. Suschkin hat also im knorpeligen Stadium die Bögen nicht unabhängig vom Wirbelkörper gesehen.

Auch Froriep (1883) hat in den Bögen keine selbständigen, paarigen Knorpelkerne gefunden. Nach der Beschreibung seiner ausgiebigen Untersuchungen der Wirbelsäule und der Occipitalregion beim *Hühnchen* besteht der primitive Wirbel (im bindegewebigen Stadium!) aus einem perichordalen Ringe und primitiven, ventral durch die hypochordale Spange (= Intercentrum) vereinigten Bögen. Im IV. Stadium (am Ende des 5 Bruttages, grösste Länge 10,5 m.m) tritt der erste Wirbel zu Tage und zwar als selbständiger Kern in der hypochordalen Spange. Hierbei muss sogleich erwähnt werden, dass Froriep bei allen Wirbeln knorpelige hypochordale Spangen beschreibt, eine Behauptung, welcher ich sehr bestimmt wiedersprechen muss, denn beim *Huhn* werden nur die zwei vorderen hypochordalen Spangen knorpelig angelegt. Auch wenn ich die Schnittserien mit Methylenblau färbte, nahmen nur diese beiden Intercentra den Farbstoff auf und keine der Uebrigen. Froriep hat augenscheinlich das histologisch schwer zudifferenzierende Gewebe aller Intercentra mit Unrecht für Knorpel gehalten. Auf Seite 191 (l. c.) sagt er: „Die hypochordale Spange besteht aus Knorpel und wird von einem Perichondrium begrenzt. Dieses Knorpelgewebe ist das erste, das in der Wirbelanlage zur Entstehung gelangt; es setzt sich seitlich in den Bogenhälften fort, geht hier in Chondrogenes Gewebe über und verliert sich ohne bestimmte Grenze in dichtem Bindegewebe".

Die Bögen bekommen nach Froriep also keinen paarigen, selbständigen Knorpelkern, sondern verknorpeln in Zusammenhang mit der hypochordalen Spange. Ich muss gestehen, dass die Selbständigkeit der Bogenhälften beim *Hühnchen* nicht so deutlich ist als bei der *Ente*, doch sind auch beim Huhn wohl Andeutungen.

Wenigstens steht der Bogen nicht, wie Froriep sagt, mit der hypochordalen Spange „in continuïrlich knorpeligem Zusammenhang", denn es giebt keine knorpeligen hypochordalen Spangen mit Ausnahme der beiden vordersten, und diese stehen nicht vom Anfang an, doch nur später mit den anfangs auch selbständigen Bögen in continuirlich knorpeligem Zusammenhang.

Nach Froriep werden die Körper der beiden ersten Halswirbel später als die der caudalwärts folgenden angelegt, und überhaupt erscheine der Knorpel in den Wirbelkörpern später als in den hypochordalen Spangen. Aus meinen Untersuchungen ergiebt sich dagegen, dass die Wirbelkörper der Reihe nach in caudaler Richtung als knorpelige Ringe zur Entstehung gelangen; zwar ist der Atlaskörper anfangs sehr klein im Gegensatz zum voluminösen Intercentrum. Auch stimmt meine Angabe über den kleinen, kurzen Atlasbogen nicht mit der Behauptung Froriep's: „Die Bogenknorpel beider Anlagen (i. c. der beiden ersten Wirbel) sind voluminöser als die der caudalwärts folgenden" (l c. p. 198).

In Bezug auf die Rippen kann dieser Autor im VII. Stadium der Entwickelung des *Hühnchens* diese aus bindegewebigen Streifen bestehenden Gebilde sehr gut von den Bögen trennen, aber im VIII. Stadium sagt er: „Das ist jetzt nicht mehr der Fall. Sie ist zum Theil in Knorpelgewebe umgewandelt und bildet nun mit dem Neuralbogen zusammen *ein* Knorpelstück". Sehr bestimmt kann ich hingegen behaupten, dass die Rippen sowohl in der Brust- als in der Halsregion der Wirbelsäule einen selbständigen Knorpelkern bekommen.

Aus der von mir beschriebenen Entwickelung der jüngsten Stadien der Wirbelsäule geht hervor, dass eines Entstehens der einzelnen Wirbel aus zwei hinter einander gelagerten Abschnitten von zwei Sklerotomen bei den Vögeln im knorpeligen Stadium gar nicht die Rede sein kann. Wie bekannt, hat Schauinsland (1900) dies bei *Hatteria* beobachtet. Nicht nur die Wirbelkörper, sondern auch die Bögen, welche hier selbständige Knorpelkerne bekommen, werden aus einem cranialen und caudalen Teile zusammengesetzt. Er beschreibt paarige, hypochordale Spangen. Bei der *Ente*, beim *Huhn* und auch beim *Star* gestalten sich die die Anlagen der Wirbelkörper bildenden Ringe als vom Anfang an continuirliche Knorpelringe, in denen keine Spur einer Trennung in zwei hintereinander gelagerte Teile sichtbar ist. Auch ist dies später weder in den Körpern noch in den Bögen der Fall. Schauinsland dagegen, seiner Untersuchung bei *Hatteria* eingedenk, meint auch einen Rest dieses Ursprungs aus zwei Sklerotomen bei Wirbeln eines 8 Tage alten Hühnerembryo's beobachtet zu haben. Auf Seite

546 des Handbuch's der Entwickelungslehre von Hertwig (23. und 24. Lieferung) zeichnet er einen Teil der Wirbelsäule, welche nach der van Wijhe'schen Methylenblau-Methode praepariert ist. In dieser Figur zeichnet Schauinsland in der Mitte des Wirbelkörpers eine helle Querlinie („Wirbelspalte"), welche auch im Bogenteil des Wirbels hineinragt und hier einen dicken vorderen Teil von dem dünnen caudalen Abschnitt trennt, welcher letztere in der Brustregion verschwindet. Und auf Seite 547 l. c. sagt er: „Man dürfte daher (i. e. nach Betrachtung der Figuren) nich fehlgehen mit der Behauptung, dass auch bei den Vögeln sich an dem Aufbau eines jeden Wirbels immer die Hälften je zweier benachbarter Sklerotome beteiligen sowohl beim Wirbelkörper als auch bei den Wirbelbögen."

Ich habe viele 8 Tage alte Exemplare des *Huhns* (19—20 m.m.) nach dieser Methode gefärbt und hinten ein Fotogramm zur Vergleichung mit der Zeichnung Schauinsland's abgedrückt (Fig. 29). Man sieht leicht, dass die Wirbelkörper in der Mitte etwas eingeschnürt sind und dass ihre cranialen und caudalen Enden verdickt sind. Entfärbt man nun im Salzsäure-Alcohol zu lange, so entsteht das Scheinbild einer Wirbelspalte. Ausserdem, wenn wirklich bei den *Vögeln* zwei Sklerotome am Aufbau eines Wirbels sich beteiligten, musste sich dieses doch in der ersten knorpeligen Anlage zeigen. Mit Bezug auf die Wirbelbögen kann man den dünneren caudalen Teil der Entwickelung zufolge nicht als einen selbständigen Abschnitt deuten. Auch das von Schauinsland in den letzten Wirbelbögen gezeichnete, spitze Knorpelstäbchen (Fig. 30, *A*, Schauinsland) ist ein Kunstprodukt, welches man infolge zu langes Entfärbens bekommen kann (Fig. 29).

Die Wirbelanlagen in der Occipitalregion des Schädels.

Fast alle Untersucher sind einstimmig in der Annahme von Wirbelanlagen in der Occipitalregion verschiedener Tiere. Nur die von ihnen erwähnte Zahl ist sehr ungleich. Vielfach ist eine eigentliche Wirbelanlage nicht direct beobachtet, sondern nur aus der Zahl der Hypoglossus-Foramina und der Occipitalbögen concludiert.

So wird bei den *Amphibien* nur ein Segment im Schädel angenommen, während bei den *Reptilien* in der Pars occipitalis des Parachordale von Sewertzoff (1900, *Ascalabotes fascicularis*) vier Segmente gefunden sind mit drei Hypoglossus-Wurzeln.

In Bezug auf die Vögel sagt Gaupp (Handbuch der Entwickelungslehre von Hertwig) auf Seite 800 l. c.: „Als sicher darf aber wohl angenommen werden, dass die kaudale Ausdehnung des Vogelschädels die gleiche ist wie die des Reptilienschädels; das

würde also heissen: auch die Occipitalregion der Vögel repraesentirt ein auximetameres Neocranium mit 3 sekundär assimilirten spinalen Skelettelementen, die 3 den embryonalen Hypoglossus zusammensetzenden Nerven sind occipito-spinale (*a*, *b*, *c*)".

Mit diesen Worten kann ich zum grössten Teil einstimmen, denn ich habe die Anlagen zweier Wirbelkörper im vertebralen Abschnitt des Parachordale direct gesehen (Figg. 1, 2, 3). Aber es war mir nicht möglich mehr als zwei Wirbelkörper zu constatieren und in Uebereinstimmung mit dieser Zahl auch nur zwei Occipitalbögen und zwei Hypoglossuswurzeln. Hiermit ist natürlich nicht bewiesen, dass auch überhaupt nur zwei Skelettsegmente im Kopfe der *Vögel* aufgenommen sind. Es ist ja möglich, dass sehr früh der erste Wirbel mit dem praevertebralen Teil zusammenfliesst und also nicht mehr im knorpeligen Stadium selbständig erscheint; die späteren drei Hypoglossus-Löcher bei den *Vögeln* deuten vielleicht in diese Richtung. Bewiesen ist dies aber gar nicht.

Froriep (1883) berichtet in seiner Publikation über die Occipitalregion des *Hühnchens* die Anlage von vier Urwirbeln im Kopfe, von denen die beiden rostralen nur Muskelplatten, die beiden caudalen auch Skeletelemente, Arterien und zwei spinale Nerven enthalten. Wahre Wirbelanlagen, nicht in diesem Sinne aufgefasst, dass auch Bindegewebstreifen oder Bindegewebsverdichtungen Wirbel genannt werden, hat Froriep nicht gesehen. Denn er sagt (l. c. p. 190): „Wirbelanlagen sind im Bereich der Hinterhauptsgegend nur als unbestimmt begrenzte Gewebsverdichtungen angedeutet und auch in dieser Form nur hinter den beiden occipitalen Spinalnerven. Die erste wohlentwickelte Wirbelanlage nimmt die Stelle des ersten Halswirbels ein, caudalwärts vom ersten Halsnerven, . . ." In seinem V. und VI. Stadium tritt in der Hinterhauptsgegend der Knorpel auf und nun kann Froriep keine selbständige Anlagen der Wirbelkörper oder Bögen mehr beobachten. „Vielmehr scheint der vorhandene Occipitalknorpel durch einheitliche histologische Metamorphose der vorangegangenen bindegewebigen Anlage entstanden zu sein". Und zum endgültigen Beweis, dass Froriep keine wahren knorpeligen Wirbelanlagen beobachtet hat, will ich den folgenden Satz noch citieren (l. c. p. 229): „Die Wirbelanlagen der Occipitalregion gelangen somit bei Hühner-Embryonen überhaupt nicht zu einer gesonderten Anlage, sondern fliessen bereits im bindegewebigen Zustand zu einem einheitlichen Occipital-skelet zusammen, welches sich als solches weiter entwickelt". Die Methylenblau-Methode setzte mich in den Stand die Anlagen zweier knorpeligen Wirbelkörper bei $4\frac{1}{2}$—5 Tage alten Hühner-Embryonen aufs deutlichste zu demonstrieren (Figg. 1, 2 und 3).

Diese Zahl der Wirbelanlagen stimmt somit wohl mit der von Froriep erwähnten, besser als mit derjenigen, welche Suschkin (1899) bei *Tinnunculus* annimmt. Dieser Untersucher beschreibt eine Reihe von vier Myotomen in der Occipitalregion, weiter drei Occipitalbögen, von denen der hinterste auf der Grenze des 4 und 5 Myotoms sich befindet, und drei ventrale Nervenwurzeln für die 3 hintersten Myotomen. Der vordere der 3 Nerven verschwindet während der Entwickelung. Endlich weist er auf die Anlage von vier cranialen Rippen, welche nur bindegewebige Gebilde sind und im Laufe der Entwickelung verschwinden: „Der Charakter des Gewebes der Cranialrippen ist derselbe, wie in den Rippen der vorderen Halsregion, doch ist das Gewebe weniger dicht". Bei den von mir untersuchten Vögeln habe ich, wie erwähnt, keine Spur von Rippen (i. e. knorpeligen Skelettelementen) gefunden und es ist mir auch sehr fraglich, ob man jedes beliebige Bindegewebsstreifchen eine Rippe nennen darf. Dasselbe gilt für die Wirbelanlagen, denn auch hier hat Suschkin nur in den Occipitalbögen selbständige Knorpelkerne gesehen. Doch meint er, dass wahrscheinlich bei allen *Vögeln* die Occipitalregion das Resultat des Zusammenfliessens von vier Wirbeln ist. Ich kann hier nur entgegenstellen, dass ich bei den *Vögeln* nicht mehr als zwei Wirbelkörperanlagen annehmen kann, aber, dass ich diese auch wirklich beobachtet habe.

Ein Unterschied besteht zwischen den Occipitalbögen und den Wirbelbögen: die ersten entstehen nicht, die letzteren dagegen wohl selbständig; doch darf diese Thatsache uns meines Erachtens nicht, wie Noordenbos (1904) bei den *Säugetieren* meint, davon zurückhalten, die Occipitalbögen als Wirbelbögen zu deuten. Denn auch die Wirbelbögen in der Halsregion des *Hühnchens* fliessen fast zur Zeit ihrer Verknorpelung mit den Wirbelkörpern zusammen. Noordenbos verneint ausdrücklich eine Segmentation in der Occipitalregion des knorpeligen Parachordale bei den *Säugern*.

Weitere Entwickelung der Cartilago acrochordalis. Lamina antotica.

Bei der *Ente* bildet die Cartilago acrochordalis anfangs ein queres Knorpelstückchen, dessen Vorderfläche ein wenig ventralwärts gerichtet ist; später richtet es sich infolge der Entwickelung der Brückenbeuge auf, so dass seine Vorderfläche sogar etwas dorsalwärts schaut (Fig. 7).

Bald nehmen wir zwei einander entgegengestellte Vörgange an dem Acrochordale wahr, nämlich eine Atrophie seines medianen Teils und zugleich eine Vergrösserung der lateralen Abschnitte,

Mit dem erstgenannten Processe wird schon bei 11—12 m.m. langen *Enten*embryonen ein Anfang gemacht, in der Weise, dass nur eine dünne Querspange übrig bleibt, welche die vordere Grenze der Fenestra basicranialis posterior bildet. Die Chorda dorsalis ist bei älteren Embryonen in dieser Region nicht mehr vom Knorpelgewebe umhüllt und tritt beim ausgebildeten Chondrocranium ganz und gar knorpelfrei über die dorsale Fläche dieser Querspange hinweg.

In der Zwischenzeit haben sich die lateralen Teile des Acrochordale verlängert und ragen bis in die Nähe des Mittelhirnbodens hinauf. Die lateral gerichteten Spitzen krümmen sich rostralwärts und bei 14 m.m. langen Embryonen breiten sie sich zu einem in der sagittalen Ebene gestellten Plättchen aus. An der medialen Seite dieser Platte verursacht der *N. oculomotorius* einen rostralwärts offenen Einschnitt in dem dorsalen oder rostralen Rande des Acrochordale (Figg. 6, 7, 15, N_3). Das an der lateralen Fläche des Nerven gelagerte Knorpelstück vergrössert sich und nimmt die Gestalt eines lateralen Ausläufers des Acrochordale an. Ein homologer, vor der Gehörkapsel sich befindender Auswuchs ist von Prof. van Wijhe bei den *Selachiern Lamina antotica* genannt. Seiner Lage zufolge will ich denselben bei den *Vögeln* auch als *Lamina antotica* bezeichnen (Figg. 6, 7, 13 und 19, *lao*). Dieselbe gestaltet sich später so lang und breit, dass sie sogar an ihrer Spitze einen vom *N trochlearis* verursachten Einschnitt bekommt (Fig. 19, N_4).

Die Entwickelung der Lamina antotica weicht beim *Hühnchen* von der oben erwähnten etwas ab.

Die Atrophie des medianen Abschnittes der Cartilago acrochordalis erfolgt beim *Huhn* nicht in dem Masse wie bei der *Ente*, denn beim ersterwähnten Vogel bleibt ein ziemlich dickes Querbälkchen übrig (Fig. 12, 42, *ach*).

In einem fast ausgebildeten Chondrocranium des *Sperlings* von 15 m.m. Länge ist sogar die knorpelige Grenze zwischen der Fenestra basicranialis posterior und der Hypophysengrube unterbrochen. Dasselbe ist der Fall bei einem 15 m.m. langen *Star*-Embryo (Fig 31).

Während die Lamina antotica bei der *Ente* sich wie ein paariger Auswuchs des Acrochordale bildet, zeigt sich beim Hühnchen (nämlich bei zwei 11 m.m. langen und bei mehreren 12 m.m. langen Embryonen) in der Nähe der lateral-dorsalen Spitze des Acrochordale ein selbständiges Knorpelstück, welches sehr deutlich durch eine enge Spalte vom medial gelagerten Knorpel getrennt ist (Fig. 16, 25, *lao*). Durch diese Spalte sieht man auf Schnittserien den N. oculomotorius ventralwärts treten. Das neue Knorpelelement hat eine längliche Gestalt und seine lateral-dorsalwärts gerichtete Spitze ist dünner als die am N. oculomotorius grenzende Seite: die in

diesen Praeparaten selbständige Lamina antotica hat also eine länglich dreieckige Form.

Bei anderen 12 m.m. langen, und selbst bei einiger 10 m.m. langen Embryonen ist dieses neue Knorpelstück mittels eines sehr schmalen Knorpelstreifens längs der cauden Fläche des N. oculomotorius mit der Cartilago acrochordalis verbunden. Hier finden wir also auf der Grenze der beiden Skeletteile einen rostralwärts offenen, runden Einschnitt für den Durchtritt des Nerven (Fig. 18, N_3). Dieses Bild ist dem erwähnten Zustande bei der *Ente* sehr ähnlich, nur ist beim *Hühnchen* die Lamina antotica viel graciler gebaut.

Zwei 11 m.m. lange Embryone gestalten sich in dieser Beziehung noch anders als die vorigen, denn hier hat die Verbindung der Lamina antotica, welche infolge ihres geringen Umfangs und ihrer schwach blauen Farbe den Eindruck macht, kürzlich entstanden zu sein, mit dem Acrochordale nicht *hinter* sondern *vor* dem III. Hirnnerven stattgefunden. Derselbe verursacht also jetzt einen caudalwärts offenen Einschnitt.

Bei abermals anderen Embryonen dieses Stadiums ist die Lamina antotica mittels Knorpelstreifchen sowohl vor als hinter dem Nerven mit der oberen, lateralen Spitze des Acrochordale zusammengewachsen. Der N. oculomotorius tritt in diesen Praeparaten durch ein an der Grenze der beiden Knorpelstücke gelagertes Loch im Knorpelgewebe. Dieser letztere Zustand ist fast constant bei den älteren (12—13 m.m. langen) Embryonen (Fig. 17, N_3), wiewohl ich gestehen muss, dass der rostralwärts offene Einschnitt sich während einer langen Periode handhaben kann.

Nach genauer Beobachtung aller diesbezüglichen Praeparate bin ich der Meinung, dass die Lamina antotica beim *Huhn* zu einer paarigen, selbständigen Anlage gelangt. Vielleicht muss man die Erklärung dieses Umstands in die dünne, gracile Gestalt des Knorpels suchen, welcher vom ziemlich dicken Nerven in einen lateralen und einen medialen Abschnitt geteilt wird. Der Unterschied im Bilde bei mehreren Embryonen von fast gleicher Entwickelung deutet auch in diese Richtung.

Beim *Star* habe ich keine selbständige Lamina antotica gefunden. Nur die Untersuchung mehrerer Vogel-Kopfskelette wird entscheiden können, welche dieser beiden Entstehungsarten bei den Vögeln die gewöhnliche ist.

Die von Prof. van Wijhe bei den *Selachiern* beobachtete Lamina antotica gelangt nicht zur selbständigen Anlage, sondern ist ein Auswuchs des basiotischen Knorpels.

Beim *Hühnchen* erreicht die Lamina den N. trochlearis nicht,

wie bei der *Ente* der Fall ist; dieselbe bleibt aber ein kleiner, schmaler Knorpelstreifen ohne laterale plattenförmige Ausbreitung.

Die Trabeculae Cranii und die Cartilago polaris.

1. Bei der *Ente*.

Bei 10—10½ m.m. langen Entenembryonen entwickeln sich, annähernd zurselben Zeit als die Cartilago basiotica, die *Trabeculae Cranii* in der praehypophysalen Kopfregion an der Ventralseite des Vorderhirns (Figg. 6, 7, *tr*). Dieselben haben anfangs die Gestalt kleiner, dünner und schwach blau gefärbter Knorpelstäbchen, von denen die etwas breiteren Vorderenden unter den Vorderhirnblasen ziemlich weit auseinander weichen. Caudalwärts laufen dieselben spitz zu und convergieren, während ihre Hinterenden fast bis in die Region des N. opticus hineinragen. Infolge der Kopfkrümmung liegen die Trabekel in einer Ebene, welche einen Winkel von 90° mit dem vorderen Abschnitt der Basalplatte macht, von der dieselben durch einen grossen, die Hypophyse umfassenden Raum getrennt sind.

Die Trabeculae Cranii haben also eine paarige, selbständige Anlage.

In einem nächstfolgenden Stadium (bei *Enten*embryonen von 11 m.m) beobachte ich in dem erwähnten knorpelfreien Zwischenraum zwischen den Trabekel-Hinterenden und der Ventralfläche der Basalplatte das zweite selbständige Knorpelelement der praehypophysalen Region in der Gestalt eines kleinen, paarigen, von der Seite gesehen runden Knorpelscheibchens. Jedes derselben ist hinter der caudalen Spitze der zu derselben Körperseite gehörigen Trabekel und an der lateralen Fläche der Hypophysis Cerebri gelagert. Ihr grösster Durchmesser ist sagittal gestellt. Die Cartilago acrochordalis ragt hoch über dieselben dorsalwärts (Fig. 6, 7, *cpl*).

Ihre Lage zwischen den Trabekeln und der chordalen Region des Chondrocraniums am vorderen Körperpole bestimmen diese Gebilde als die Homologa der Insulae polares der *Säugetiere* (Noordenbos, 1904) und der *Selachier* (Van Wijhe, 1905) und demzufolge soll dieses paarige Gebilde bei den *Vögeln* auch *Cartilago polaris* genannt werden. Auch bei den *Selachiern* ist nur eine paarige Cartilago polaris gefunden, während Noordenbos bei den *Säugern* mehrere paarigen und unpaaren Elemente beobachtet hat.

Dieser Befund bestätigt die Vermutung, dass in der Hypophysen-Gegend sich ein selbständiges Knorpelelement an dem Aufbau des Wirbeltier-Chondrocraniums beteiligt.

Die Unabhängigkeit dieser Polknorpel dauert indessen nur eine kurze Zeit, denn schon bei 12½—13½ m.m. langen *Enten*embryonen findet ihre knorpelige Vereinigung einerseits mit den Trabekeln,

andererseits mit der Basalplatte statt. Dieser Vorgang erfolgt nicht bei allen Embryonen in derselben Weise, denn bei den meisten ist die Cartilago polaris mit der Trabekel zu einem einheitlichen Gebilde zusammengewachsen ohne noch mit der Basalplatte verbunden zu sein, während andere, weniger zahlreiche Embryone das Umgekehrte zeigen. Bei etwas älteren Exemplaren haben die Polknörpelchen sich sowohl mit den Trabekelhinterenden als mit der Basalplatte verbunden (Figg. 11, 14, *cpl*). Der caudale Verbindungsstreifen strebt ein wenig dorsalwärts und erreicht die Basalplatte am Orte, wo die Cartilago acrochordalis und die Cartilago basiotica zusammengewachsen sind.

Nach Vervollständigung der knorpeligen Zusammenwachsung bleiben die Cartilagines polares als dickere, angeschwollene Teile (Fig. 15) zwischen dünneren Knorpelpartien sichtbar, destomehr weil dieselben später einen ventralen, stumpfen Auswuchs entsenden, auf welchen Vorgang ich noch später eingehen will.

In der Zwischenzeit sind auch die Vorderenden der Trabekel knorpelig zusammengewachsen. Das Bindegewebe, welches zwischen den medialen, einander zugekehrten Flächen der auf frontale Schnitte eine dreieckige Gestalt zeigenden Trabekel gelagert ist, verknorpelt in Zusammenhang mit den Trabekeln (Fig. 13). Weder in den Methylenblau-Praeparaten noch in den Schnittserien habe ich bei der *Ente* in dem den Zwischenraum zwischen den Trabekeln füllenden Bindegewebe eine ganz selbständige Anlage einer Intertrabecula gefunden, wie Suschkin bei *Tinnunculus* beobachtet hat.

Ohne auf die Einzelheiten dieses Processes näher einzugehen, weil ich dieselben bei der Entwickelung des Nasenskelettes behandle, will ich hier nur erwähnen, dass der die Trabekel vereinigende Knorpel immer weiter caudalwärts wuchert und in dieser Weise zusammen mit den Hinterenden der Trabekel, den Cartilagines polares und der „Crista pellaris" einen länglichen, dreieckigen Raum umgrenzt, in welchem sich die Hypophysis Cerebri befindet (Figg. 13, 15, *fh*).

Der Knorpelstreifen zwischen der Cartilago polaris und der Basalplatte verläuft längs der lateralen Fläche der *Art. carotis interna*, welche an der ventralen Fläche der Basalplatte emporsteigt und durch die obenerwähnte dreieckige Oeffnung hindurchtritt, wo dieselbe einen kurzen, mit der Carotis der anderen Seite anastomosierenden Zweig entsendet. Sodann giebt die Carotis über den dorsalen Rand der Cartilago polaris einen dünnen, lateralwärts in die Orbita tretenden Zweig, die *Art. ophthalmica interna*, ab und steigt im lateralen Abschnitte des Gehirnpolsters in die Höhe, um sich endlich an der lateralen Fläche des Mittelhirns in zwei grosse

Endzweigen zu teilen. Der *N. oculomotorius* rückt an der hinteren Fläche der Art. carotis ventralwärts, erreicht die Augenmuskeln dagegen längs der lateralen Fläche des Polknorpels.

Jetzt hat sich also die *Fenestra Hypophyseos* gebildet als eine längliche Oeffnung, an deren Begrenzung in diesem Stadium auch die Hinterenden der Trabekel teilhaben (Fig. 15, 18), und durch welche die Carotiden hinter der Hypophysis hindurchtreten. Der Ausführungsgang des vorderen Lobulus tritt durch den ganz knorpelfreien Boden der Grube hindurch zur Mundhöhle.

Später wuchert der die Trabekel verbindende Knorpel immer mehr caudalwärts und engt den dreieckigen Raum ein, bis derselbe zuletzt die Gestalt eines fast gleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Winkeln bekommen hat.

2. Beim *Hühnchen* ist es mir nicht gelungen ein Stadium mit den selbständigen Cartilagines polares zu beobachten, trotzdem ich mir in dieser Absicht sehr viel Mühe gegeben habe.

Die *Trabeculae Cranii* sind bei 11 m.m. langen Hühnerembryonen zur knorpeligen Anlage gelangt und erscheinen als schmale, dünne Stäbchen, welche auch caudalwärts convergieren, aber gerader und nicht so weit auseinander gelagert sind wie bei der *Ente*. Fast zur Zeit der ersten Anlage oder nur einen kleinen Moment später haben die Trabekel sich caudalwärts mit einem etwas dickeren und lateralwärts umgebogenen Stäbchen verlängert. Die Vergleichung mit dem Befund bei der Ente und seine Lage am Hinterende der Trabekel und neben der Hypophysis lässt diesen dickeren Ansatz als die *Cartilago polaris* des *Huhns* deuten.

Ich besitze viele Praeparate, in welchen nur die Trabekel ohne Polknorpel beobachtet werden, und auch sehr viele aus dem die Trabekel mitsammt den Cartilagines polares zeigenden Stadium; in diesen letzteren sind die beiden in erster Anlage sich befindenden Knorpelelemente mittels eines sehr schwach blau gefärbten, d. h. knorpeligen, Streifchens verbunden. Trotzdem ich speciell mit dieser Absicht eine ganze Menge Praeparate angefertigt habe, ist es mir nicht gelungen das Stadium der selbständigen Cartilagines polares herauszufinden. Um die in Vergleichung mit der *Ente* ziemlich beschleunigte Entwickelung der Hühnerembryone ein wenig langsamer vor sich gehen zu lassen, habe ich Eier bei einer niedrigen Temperatur (etwa 36°) gebrütet. Die Embryone sahen ganz normal aus, wenn sie ungefähr 6 Tage gebrütet waren. Aber auch in diesen Embryonen zeigten die Cartilagines polares schon bei ihrer ersten knorpeligen Anlage einen knorpeligen Zusammenhang mit den Trabekeln. Wir haben hier also einen der Entwickelung

der Wirbelbögen sehr ähnlichen Zustand. Ohne Zweifel giebt die Dünnheit und die ausserordentlich schwache Färbung des Verbindungsstreifens eine Andeutung der ursprünglichen Selbständigkeit des Polknorpels, welcher deswegen nicht mehr zur selbständigen, knorpeligen Anlage gelangt ist, weil derselbe schon im prochondralen oder bindegewebigen Stadium mit den Trabekeln zu einem einheitlichen Skelettelement zusammengeflossen ist.

Uebrigens geht die Bildung der Fenestra Hypophyseos beim *Huhn* in ebenderselben Weise vor sich wie bei der *Ente*.

Die schon mit den Trabekeln verbundenen Cartilagines polares entsenden einen Knorpelstreifen, welcher sich an die Grenze zwischen der Cartilago acrochordalis und der Cart. basiotica befestigt, während auch die Vorderenden der Trabekel ohne Vermittelung einer selbständigen Intertrabecula knorpelig zusammenwachsen (Fig. 18, *cpl*, *tr*).

Der mediane Teil der Cartilago acrochordalis bildet das *Dorsum Sellae* (Crista sellaris-Gaupp), welches die Fenestra Hypophyseos von der hinteren Fontanelle trennt (Fig. 17). Diese beiden Oeffnungen der Schädelbasis sind in zwei fast einen geraden Winkel mit einander bildenden Ebenen gelagert, ganz wie bei der *Ente*. Der ventrale Auswuchs, welchen wir in einem späteren Stadium bei der *Ente* beobachtet haben und welchen ich *Processus infrapolaris* nenne, entsteht auch hier am ventralen Rande des Polknorpels, ist dagegen stärker entwickelt und bildet mit dem lateralen Rande der Basalplatte eine ventralwärts offene, flache Incisur, durch welche hindurch die Art. carotis die Hypophysengrube erreicht (Figg. 11, 24, 39, *pip*).

3. In Bezug auf die Cartilagines polares binn ich so glücklich gewesen dieselben beim *Star* selbständig zu sehen. Bei einem 10 m.m. langen *Star*embryo nämlich haben die Trabekel sich noch kaum blau gefärbt und hinter denselben erscheint ein paariges, selbständiges Knorpelstäbchen, dessen etwas dickeres, dorsales Ende am Orte der Cartilago polaris der *Ente* gelagert ist und von dem der ventrale, stäbchenförmige Abschnitt ventral- und caudalwärts gerichtet ist. Bei einem 11 m.m. langen Embryo hat der dorsale Teil sich mit dem Trabekelhinterende und andererseits mit der Basalplatte in der gewöhnlichen Weise verbunden, während der lange dünne Auswuchs mit seiner ventralen Spitze die Basalplatte, nämlich den vom basiotischen Knorpel gebildeten Teil, erreicht hat und an dieser Stelle festgewachsen ist (Fig. 8, *pip*).

Es ergiebt sich also, das beim *Star* eine paarige selbständige *Cartilago polaris* sich anlegt, welche deswegen diese eigentümliche Form hat, weil sie vom Anfang an den Processus infrapolaris trägt,

welcher beim *Hühnchen* und bei der *Ente* in einem späteren Stadium entsteht, wenn die Cartilago polaris nicht mehr selbständig ist. Der *Star* liefert uns also den Beweis, dass wirklich dieser Auswuchs zum Polknorpel gehört und deswegen mit Recht den Namen *Processus infrapolaris* tragen darf.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem *Star* und den beiden anderen von mir untersuchten Vögeln besteht in der Länge des Processus infrapolaris, der beim *Huhn* und in höherem Grade bei der *Ente*, sehr klein und unansehnlich bleibt, während derselbe beim *Star*embryo, schon vom Anfange an ein sehr langer und dünner Stab, später zu einer länglichen, knorpeligen Platte in die Breite wächst und sich mit seiner Spitze an die Basalplatte zu beiden Seiten der Fenestra basicranialis posterior befestigt. In dieser Weise wird beim *Star* eine vom Knorpelgewebe der Basalplatte, der Seitenwand der Hypophysengrube und des Processus infrapolaris umgrenzte Oeffnung, oder besser ein kurzer knorpeliger Kanal dargestellt, durch welchen hindurch die Art. carotis interna medialdorsalwärts in die Höhle des Hypophysenfensters anlangt (Fig. 8, *A. car*). Einen derartigen Zustand finde ich auch in dem Chondrocranium eines 15 m.m. langen *Sperling*sembryo.

Auf diesen Processus infrapolaris komme ich später bei der Behandlung der weiteren an der Seitenwand der Sella turcica (Fenestra Hypophyseos) vorsichgehenden Umbildungen zurück.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich bestimmt, dass bei den *Vögeln* in der Hypophysenregion, also am Orte des vorderen Körperpols, eine selbständige, paarige Knorpelanlage sich bildet, welche, wie schon erwähnt, auch bei den *Säugern* und bei den *Selachiern* bekannt ist.

Ueber die Frage der Homologie dieser die Verbindung der Trabekel mit der Basalplatte vermittelnden und den hauptsächlichsten Bestandteil der Seitenwand der Hypophysengrube bildenden Knorpelelemente mit einem Teil der „Balkenplatte" Stöhrs bei den *Anuren* und *Urodelen* habe ich schon in einem vorigen Kapittel gesprochen, ebenso über die Vergleichung ihrer Zahl bei den *Vögeln* mit derselben bei den *Säugetieren*. Auf die fragliche selbständige Intertrabecula werde ich bei der Beschreibung der Entwickelung des Nasenskelettes näher eingehen.

Nur will ich mir an dieser Stelle einige Worte über die Trabekel-Anlage erlauben. Während alle früheren Untersucher der Meinung sind, dass die Trabekel bei den *Vögeln* vom Parachordale ausgehen, war Suschkin der erste, der denselben eine selbständige Anlage zuteilte, und ich bin im Stande diesen Befund zu bestätigen. Der Behauptung Suschkin's, dass die Trabekel direct mit der

„Umhüllungsmasse" zusammenwachsen, kann ich dagegen nicht beistimmen, denn ich habe gezeigt, dass zwischen den Trabekeln und dem Parachordale, wenigstens bei den von mir untersuchten *Vögeln*, sich noch drei selbständige Knorpelelemente befinden: die paarigen Cartilagines polares, das unpaare Acrochordale, die paarigen Cartilagines basioticae.

Meine Beobachtung, dass die Polknörpelchen sich nicht direct mit dem Parachordale verbinden, sondern mittels der Cart. basioticae — denn die Vereinigung findet auf der Grenze der Cartilago acrochordalis und der Cart. basiotica statt — stimmt mit dem Befund von Prof. van Wijhe bei den *Selachiern*.

Paarige, selbständige Trabeculae Cranii sind auch von Stöhr (1879, '81 und '82) bei den *Amphibien* und *Teleostiern*, von Sewertzoff (1899) und von van Wijhe (1905) bei den *Selachiern* gefunden. In Bezug auf die *Reptilien* hat Sewertzoff (1900) dieselben bei *Ascalabotes fascicularis* beschrieben, sie umgreifen mit ihren Hinterenden die Hypophysis.

Bei den *Säugern* erwähnt Noordenbos (1904) die Anlage einer unpaarigen, selbständigen Trabekelplatte, welche später mittels der Lamina polaris mit der Parachordalplatte zusammenwächst. Die Fenestra Hypophyseos hat hier die Gestalt einer kleinen, im Laufe der Entwickelung des Knorpelschädels ganz verschwindenden, Oeffnung, durch welche der Ausführungsgang der auf dem knorpeligen Boden der Hypophysengrube ruhenden Hypophysis Cerebri in den jungen Stadien hindurchtritt. Die Art. carotis interna verläuft bei den Säugern schon vom Anfange an längs des lateralen Randes der Cartilagines polares. Die Vögel weisen dagegen eine grosse Oeffnung im Boden der Sella turcica, also eine weite Fenestra Hypophyseos, auf, während das anfangs hohe Dorsum Sellae infolge der Atrophie dessen medianen Teils später viel niedriger sich gestaltet. Beim *Hühnchen* bildet dasselbe alsdann eine die beiden Löcher in der Basis Cranii trennende Querspange (Fig. 42, *ach*), welche auch von Tonhoff (1900) mit der Crista sellaris der *Reptilien* (Gaupp, *Lacerta*) homologisiert worden ist. Bei der *Ente* ist die Querspange sehr dünn, während dieselbe beim *Star* (Fig. 31) und beim *Sperling*, wie ich fand, unterbrochen ist. Dieser letztere Befund ist auch von T. J. Parker (1892) bei *Apteryx* gemacht, denn dieser Autor sagt auf Seite 60 l. c.: „The middle part of the dorsum sellae is formed of connective tissue".

Nebst den beiden erwähnten, medianen Löchern in der Basis Cranii ist kein Platz für ein drittes Loch, welches T. J. Parker bei *Apteryx* beschreibt. Auch Suschkin hat diesen Befund in Bezug auf Tinnunculus schon zurückgewiesen.

Auch der Behauptung von Noordenbos (1904), dass bei den *Vögeln* die Fenestra basicranialis posterior durch Knorpelgewebe-Bildung verschwinde, wie er in einigen Praeparaten aus der hiesigen Sammlung gesehen hat, kann ich nicht beistimmen, denn in dem ausgebildeten Chondrocranium sowohl der *Ente* als des *Hühnchens* finde ich noch eine offene hintere Fontanelle. Dies ist auch der Fall in einem Praeparate des *Sperlings* (15 m.m.) und des *Stars* (15 m.m.). Bei *Talpa europea* dagegen obliteriert schon bald die hintere Fontanelle durch Knorpelbildung (Noordenbos l. c. p. 38) wie auch die von Schauinsland (1900) bei *Hatteria* beobachtete kleine Fontanelle der Basalplatte.

Die Anlage der Pars canalicularis Capsulae auditivae und ihre Vereinigung mit der Pars cochlearis (mesotica).

Schon in einem sehr frühen Stadium der Entwickelung ist das Gehörorgan infolge seiner dunklen Umrisse sichtbar (Fig. 4, *ca*). Bei den *Vögeln* ist der canaliculäre Teil sehr weit caudalwärts gedrängt, wahrscheinlich in Zusammenhang mit der ausserordentlichen Entwickelung der Augen.

Bei 14 m.m. langen *Enten*embryonen, welche in der posthypophysalen Region eine einheitliche Basalplatte zeigen, verknorpelt nun ein Teil der lateralen Gehörkapselwand. Anfangs nur an der Stelle zwischen dem Canalis semicircularis superior (anterior) und lateralis gelagert, wuchert das Knorpelgewebe von diesem Centrum aus weiter über die laterale Fläche des Labyrinths (Figg. 7 und 11, *ca*). Indem in dieser Weise die laterale Fläche der Canales superior und lateralis von Knorpel belegt wird, welcher sodann auch über die laterale und ventrale Fläche des hinteren halbkreisförmigen Kanals wuchert, wird eine medialwärts offene Knorpelschale dargestellt. Der Knorpelüberzug folgt also die von den drei Kanälen verursachten Windungen; in folge dessen sieht man in den Methylenblau-Praeparaten die Umrisse dieser Kanäle anfangs unscharf, später sehr deutlich (Fig. 35, 32, 20).

Es ergiebt sich also diese wichtige Thatsache, dass der periotische Knorpel sich ganz selbständig und anfangs von der Basalplatte unabhängig anlegt (Fig. 10, 12, 14, 16). In diesem Stadium (bei 15 m.m. langen Embryonen) besteht die knorpelige Gehörkapsel also aus zwei getrennten Abschnitten, nämlich aus der an der Spitze der Lagena gelagerten und die mediale Wand der knorpeligen Gehörkapsel bildenden *Cartilago basi mes)otica* und aus der an der lateralen Fläche sich befindenden *Cartilago periotica*. Beide sind anfangs selbständige Knorpelbildungen; die erstere entsteht früher

als die letztere und ist in diesem Stadium schon mit dem Parachordale knorpelig zusammengewachsen.

Ein breiter knorpelfreier Raum trennt diese beiden Anlagen (Fig. 10, 12, 16) und bildet weiter caudalwärts die Grenze zwischen dem ventralen und caudalen Rande der Pars canalicularis und dem lateralen Rande des Parachordale. Dieses letztere Trennungsgebiet wird durch das immer mehr lateralwärts fortschreitende Wachstum der Basalplatte eingeengt und erscheint also als die Anlage der später sehr engen *Fissura mesotica*. Der *N. accessorio-vagus* und der *N. glossopharyngeus* verlassen durch diese breite gemeinschaftliche Spalte den Schädelraum, während der N. vagus, wie erwähnt, schon bei 15 m.m. langen Embryonen einen Einschnitt in die Basalplatte macht. Was die *Vena jugularis* anbelangt, dieselbe zeigt sich in mehreren Praeparaten als ein voluminöses Gefäss am Schädelboden und mehr caudalwärts an der caudalen Fläche der Gehörkapsel und der Occipitalbögen. Weder in den jungen, noch in den älteren Stadien tritt die Vena jugularis durch die Fissura metotica hindurch, eine Thatsache, welche auch an den Schnittserien leicht bestätigt wird.

Das periotische Knorpelgewebe wuchert bei 15 und 16 m.m. langen Embryonen um den dorsalen Rand des oberen, um den ventralen Rand des lateralen und um den caudalen Umfang des hinteren Kanals herum, während die Cartilago mesotica eine die Lagena immer mehr lateralwärts umhüllende Schale bildet. In dieser knorpeligen Umhüllungsmasse bleibt ein ventraler Defect bestehen, welcher als das primitive *Foramen ovale* erscheint und später zu einem kleinen Fenster eingeengt wird, in dem die Basis der Columella Aurus in näher zuerwähnender Weise sich entwickelt. Indem der lateralwärts wuchernde, mesotische Knorpel und die die ganze Pars canalicularis umhüllende, periotische Kapsel einander in der Gegend des Vestibulum begegnen und miteinander verwachsen, entsteht die einheitliche knorpelige Gehörkapsel.

Die Pars cochlearis geht jetzt wie ein langes, leicht gebogenes Rohr von der Pars canalicularis ab und ihre runde Spitze nähert sich der Medianebene (Figg. 22, 23, 42, *pcoch*).

An der medial-dorsalen Fläche zeigt der Knorpelüberzug eine grosse Oeffnung für den Eintritt des *N. acusticus* und des *N. facialis*. Während der N. acusticus in das Gehörorgan tritt und sich teilt in die einzelnen Zweige, wendet sich der N. facialis cranial-lateralwärts über das Dach des Vestibulums und ist hier von Knorpelgewebe umgeben. Diese Durchtrittsöffnung des VII. Nerven (Fig. 23 N_7) befindet sich auf der Grenze der beiden die knorpelige Gehörkapsel bildenden Teile und gestaltet sich nach der Vereinigung dieser Abschnitte zu einem kurzen Kanal in der vorderen

dorsalen Wand der Gehörkapsel. Dieser Kanal, an dessen Ende das *Ganglion Geniculi* sich befindet, muss gedeutet werden als der proximale Abschnitt des in der menschlichen Anatomie bekannten *Canalis Faloppii*, dessen beide folgenden Abschnitte weder in diesem Stadium (bei 16—17 m.m. langen *Enten*embryonen) noch im ausgebildeten Chondrocranium eine knorpelige Anlage bekommen. Nachdem der Nerv den knorpeligen Kanal verlassen hat, vollbringt er eine scharfe Knickung caudalwärts und verläuft, genau wie bei den *Säugern*, an der dorsalen und ferner an der caudalen Fläche des Gehörknorpels bezw. des Cavum Tympani.

Auch beim *Hühnchen* war ich im Stande, die selbständige Anlage des periotischen Knorpels zu constatieren.

Bei 11 m.m. langen *Hühner*embryonen ist der basiotische (mesotische) Abschnitt im knorpeligen Zusammenhang mit der Parachordalplatte entstanden und später, bei 14 m m. langen Embryonen, sehen wir die ganz selbständige Anlage der periotischen Kapsel an der lateralen Fläche der halbkreisförmigen Kanäle, genau so wie bei der *Ente* (Figg. 10, 12, 14, 16, *pcca*).

Der gleiche Befund beim *Star* bestätigt die Auffassung, dass bei sämmtlichen *Vögeln* die knorpelige periotische Kapsel zur selbständigen Anlage gelangt. Schon in 1904 hat Noordenbos in einigen Praeparaten von *Larus* und *Haematopus* aus der hiesigen Sammlung dasselbe beobachtet.

Der Canalis semicircularis superior bekommt beim *Hühnchen* ziemlich spät einen Knorpelüberzug. Schaut man, wenn dies geschehen ist, den Schädel von der Seite an, so zeigt dieser obere Kanal eine grosse, sehr weit dorsal und caudalwarts reichende Windung (Fig. 20, *cs*), während die beiden anderen Kanäle ein wenig rostralwärts gerückt sind. Am meist rostralen Pole finden wir die Prominentia Ampulla Canalis semic. lateralis. Bei der *Ente* dagegen hat die Pars canalicularis annähernd die Gestalt eines Dreiecks, dessen Seiten von den Prominentien der drei Kanäle gebildet werden (Fig. 23). Die Vervollständigung der knorpeligen Gehörkapsel (Figg. 16, 17, *p. coch*) geht in ebenderselben Weise wie bei der *Ente* vor sich, und ich kann der Beschreibung Tonkoffs (1900) der ausgebildeten Gehörkapsel des *Huhns* nur beistimmen.

Bei etwa 16 m.m. langen *Hühner-* und *Enten*embryonen wölbt die sich als ein langes, schwach gebogenes Rohr gestaltende Pars cochlearis sich mit ihrem lateralen Teil über den Rand der sich lateralwärts ausbreitenden Basalplatte und ist von demselben durch eine fast vertikale Spalte getrennt. Diese Spalte verschmälert sich caudalwärts und setzt sich zwischen dem ventralen Umriss der Pars

canalicularis und der occipitalen Region der Basalplatte fort. Dorsalwärts hat die Spalte zwischen dem caudalen Rand der Gehörkapsel und dem Occipitalbogen noch keinen knorpeligen Abschluss bekommen (Fig. 20). Diese sehr lange und enge Spalte habe ich schon in erster Anlage als die *Fissura metotica* erwähnt, welche bei den *Vögeln* besser nicht Fissura jugularis genannt wird, weil die Vena jugularis nicht durch dieselbe die Schädelhöhle verlässt.

Die Veränderungen, welche sich nachher an der Fissura metotica vollziehen, werde ich in einem folgenden Kapittel erwähnen.

Litteratur-Uebersicht.

Meine Untersuchung über die Entwickelung der Gehörkapsel der *Vögel* kann den von früheren Autoren hervorgehobenen und neulich von Noordenbos für die *Säuger* ausdrücklich betonten Satz, die Gehörkapseln seien ursprünglich selbständige Knorpelkapseln, nur bestätigen.

Die zweigliederige Entstehungsweise der Gehörkapsel ist auch von Gaupp bei den *Anuren* (1893) erwähnt. Die laterale Wand gelangt zu einer von der Basalplatte unabhängigen Anlage, während die mediale Wand ein Product des mesotischen Abschnittes der Basalplatte ist. Auch für die *Saurier* kommt Gaupp zum selben Resultat, denn im Handbuch der Entwickelungslehre von Hertwig (l. c. p. 759) sagt derselbe: „In welcher Weise die Verdichtung und Verknorpelung des periotischen Gewebes erfolgt, ist überhaupt im speciellen noch nicht festgestellt worden; ganz im allgemein kann ich sagen, dass dieser Prozess selbständig am lateral-ventralen Umfang der Ohrblase beginnt, und dass die dorsalen und dorsalmedialen Partien zuletzt verknorpeln."

Weiter ist die selbständige Anlage dieser Teile von Stöhr bei *Amphibien* und *Teleostiern*, von Julia Platt (1897) bei *Necturus*, von van Wijhe (1904) bei den *Selachiern* betont. Schauinsland (1900) spricht die Wahrscheinlichkeit aus, dass die Anlage der Gehörkapseln bei *Hatteria* in derselben Weise erfolgt, während Howes und Swinnerton (1900) sich in dieser Beziehung nicht äussern.

In Bezug auf die *Vögel* wird dagegen in den neueren Arbeiten die Abhängigkeit der Anlage der knorpeligen Ohrkapseln vom Parachordale betont, z. B. von T. J. Parker (1892) bei *Apteryx* und von Suschkin (1899) bei *Tinnunculus*.

Ausdrücklich sagt der letztere (l. c. p. 41): „Die Gehörkapseln sind [im I. Stadium] mit der Umhüllungsmasse unzertrennlich verbunden. Von letzterer geht auch die Verknorpelung aus, beim jüngsten Embryo von diesem Stadium bemerkt man den Verknorpelungsprocess der Gehörkapseln nur an deren Wurzel; bei N°. 2

umfasst der Process fast die ganze Wurzelhälfte der Kapseln. Hier trägt der Knorpel den gewöhnlichen Charakter eines jungen Knorpels. Der distale Teil der Gehörkapseln besteht aus verdichtetem embryonalem Gewebe".

Sicher ist wohl, dass die Angabe eine Folge fehlerhafter Deutung der Gewebe ist, sowie die Behauptung Suschkin's, dass die Pars cochlearis und die Pars canalicularis nicht unabhängig von einander entstehen. Anfangs ist nach Suschkin die Gehörkapsel von *Tinnunculus* (wie auch aus den Figuren hervorgeht) eine dorsalwärts offene mit der Umhüllungsmasse knorpelig verbundene Schale. Mit Unrecht meint Suschkin denn auch, dass bei den *Vögeln*, wie bei allen *Amnioten*, die Gehörkapseln von der Umhüllungsmasse auszugehen pflegen (l. c. p. 114).

Auch bei den Säugern erfolgt die Anlage dieser Kapseln selbständig. Wie bei der *Ente* entsteht die Pars cochlearis auch bei den *Säugern* (Noordenbos, 1904) unabhängig vom Parachordale, mit diesem Unterschied, dass bei den *Säugern* die Pars cochlearis schon anfangs einen Zusammenhang mit der lateralen Gehörkapsel-Wand zeigt. Dünne knorpelige Spangen verbinden diese beiden Teile. Ein selbständiger Knorpelkern in der Pars cochlearis kommt nach Noordenbos nicht zur Entstehung.

Meinen Untersuchungen zufolge kann ich Noordenbos aber nicht beistimmen, wenn er auf Seite 28 (l. c.) sagt, dass die Knorpelschale an der lateralen Seite des häutigen Labyrinths von den niedrigeren bis an den höheren Wirbeltieren in der Weise constant als der zuerst auftretende Teil der knorpeligen Gehörkapsel erscheint", dass man annehmen muss, „dass diese freie periotische Kapsel den im phylogenetischen Sinne ältesten Teil der Gehörkapsel bildet". Bei den *Vögeln* erfolgt die Anlage der Pars cochlearis (Cartilago basiotica) in einem früheren Stadium als die Pars canalicularis und nicht, wie dieses bei den *Säugern* der Fall ist, als ein Auswuchs der Pars canalicularis, sondern in der Gestalt eines selbständigen Knorpelkerns.

Bei den *Vögeln* ist die Pars cochlearis dem Parachordale viel näher gerückt als bei den *Säugern*, wo die beiden Gebilde später mittels der dünnen Synchondrosis basivestibularis verbunden werden. Die Verbindung zwischen der Pars cochlearis und der Lamina polaris erfolgt bei den *Säugern* durch zwei dünne Knorpelbrücken, welche die Art. carotis zwischen sich fassen. Die Verbindung der Pars cochlearis mit dem Parachordale ist bei den *Vögeln* viel inniger, doch kommt auch hier eine Verbindung mit der Cartilago polaris mittels des Acrochordalknorpels und bei einigen Vögeln ausserdem mittels des Processus infrapolaris zustande. Diese letzteren Verbindungen umfassen auch die Art. carotis,

Meines Erachtens kann man den Unterschied zwischen den *Säugern* und den einen den niedrigeren Tieren viel ähnlicheren Zustand zeigenden *Vögeln* kurz so fassen, dass bei jenen die Pars cochlearis vom Parachordale unabhängiger ist, dagegen zur Pars canalicularis in näherer Verbindung steht, so dass ihre Anlage von der letzteren auszugehen scheint.

Die Cartilago metotica.

Bei den *Vögeln* bemerken wir im Gebiete der Fissura metotica die Anlage eines neuen selbständigen Knorpelelements, welches ich an erster Stelle bei der *Ente* besprechen will.

Bei *Enten*embryonen von 15 und $15\frac{1}{2}$ m.m. zeigt sich an der ventralen Fläche der jetzt noch selbständigen periotischen Schale und am lateralen Rande der Basalplatte ein kleines, rundes, schwach blau gefärbtes Knorpelscheibchen, welches ganz und gar unabhängig von dem nächsten Knorpelgewebe sich anlegt. Man kann auch sagen, dass dieser Knorpelkern, den ich *Cartilago metotica* nenne, seine Lage an der Aussenfläche der Fissura metotica hat (Fig. 11, *cmo*).

Die Cartilago metotica vergrössert sich und ihr medial-ventraler Rand verbindet sich mittels eines dünnen Knorpelbrückchens längs der Hinterfläche des *N. vagus* mit dem lateralen Rande der Basalplatte (Fig. 24, *cmo*). Diese Knorpelbrücke erscheint bei 16—$16\frac{1}{2}$ m.m. langen Embryonen. Die Cartilago metotica ist noch nicht in nähere Beziehung zur Gehörkapsel getreten, unter deren Pars canalicularis dieselbe sich lateralwärts ausbreitet, während ihre laterale Spitze sich ein wenig dorsalwärts umbiegt.

Die Verbindungsbrücke mit der Basalplatte verbreitert sich bei 18—19 m.m. langen Embryonen rostralwärts in der Weise, dass auch die laterale und rostrale Fläche des N. vagus von Knorpelgewebe umhüllt wird und infolge dessen der schon längst bestehende Vagus-Einschnitt in der Basalplatte sich in ein vollständiges *Foramen N. vagi* umwandelt (Figg. 19, 23, 40, N_{10}). Jetzt gehen sowohl die Basis (i. e. die der Basalplatte zugekehrte Seite) der Cartilago metotica als deren Spitze eine nähere Verbindung mit der periotischen Kapsel ein. Der laterale, dünne und freie Rand lagert sich an der lateralen Fläche der Ampulla Canalis semicircularis lateralis und bei weiterer Entwickelung an der ganzen lateralen Fläche dieses Kanals; sodann erreicht dieser Rand das Relief des Can. semic. posterior, an dessen ventralen, die Fissura metotica begrenzenden Abschnitt die Basis der Cartilago metotica sich anfügt (Fig. 21, *cmo*).

In einem noch späteren Stadium [beginnend bei 21 m.m. langen, und sich ergänzend bei 22—23 m.m. langen Embryonen] erscheint in dem die Fissura metotica überbrückenden Knorpelstreifen, an

der lateralen Seite des Foramen N. vagi, eine kleinere bald zu einem Foramen sich schliessende Incisur für den Durchtritt des *N. glossopharyngeus* (Fig. 23, N_9).

Infolge des oben beschriebenen Vorgangs hat sich zwischen der lateralen Fläche der periotischen Kapsel und der medialen (dorsalen) Fläche der Cartilago metotica ein fast nur rostralwärts offener Raum gebildet, welcher mehr caudalwärts als das Cavum Tympani gelagert ist und von dünnmaschigem, embryonalem Gewebe mit spärlichen Blutgefässen erfüllt ist (Fig. 20, 21, *).

Aus den Schnittserien ergiebt sich weiter, dass im Eingang dieses Raums der niedersteigende Abschnitt des *N. facialis* bogenförmig verläuft, welcher alsdann zur lateralen Seite des N. glossopharyngeus durch einen flachen Einschnitt im verdickten vorderen Rand der Cartilago metotica verläuft. Dieser vordere Rand zeigt im ausgebildeten Knorpelschädel einen spitzen, rostralwärts gerichteten Processus an der lateralen Fläche des N. facialis (Fig. 21).

Die Verwachsung der Cartilago metotica mit der Basalplatte ist, wie die Schnittserie eines 22 m.m. langen *Enten*embryos zeigt, eine viel innigere als diejenige mit der knorpeligen Gehörkapsel. Denn mit der erstgenannten ist die Cartilago metotica nach der Verwachsung unzertrennlich verbunden, ohne jegliche Grenze im Knorpelgewebe, während dieselbe vom Gewebe der Gehörkapsel durch eine, zwar ausserordentlich dünne, Schicht Perichondriums getrennt ist.

Auch beim *Hühnchen* gelangt die Cartilago metotica zur selbständigen knorpeligen Anlage, nämlich bei $16\frac{1}{2}$—17 m.m. langen Embryonen und an derselben Stelle (Fig. 11, *c mo*).

Meistenfalls verbindet das Knorpelscheibchen sich mit der Basalplatte zuerst längs der caudalen Fläche des N. vagus und sodann auch längs der rostralen Fläche des N. vagus mit demselben Resultate wie bei der Ente: *Foramen N. vagi.*

In diesem Stadium hat die Cartilago metotica die Gestalt eines lateralen Auswuchses der Basalplatte. Bei 18—20 m.m. langen *Hühner*embryonen erfolgt die Vereinigung seiner Basis und seines lateralen Randes mit der ventralen bezw. der lateralen Fläche der Gehörkapsel und es entsteht ein dem bei der *Ente* erwähnten vollkommen ähnlicher Raum (Fig. 20, 21).

Aus den Methylenblaupraeparaten kann man nicht entscheiden, ob hier eine feste Verwachsung oder nur eine Anfügung, wie bei der *Ente*, stattgefunden hat. Ueber diese Frage entscheidet eine Schnittserie eines 26 m.m. langen *Hühnchen*embryos (und eines solchen von 19 m.m. Länge), welche zeigt, dass der Knorpel der Cartilago metotica ohne Grenze in das Knorpelgewebe der

Gehörkapsel, wie auch in dasjenige der Basalplatte, übergeht.

Wir bemerken also, dass die Cartilago metotica in den älteren Stadien beim *Hühnchen* in viel nähere Beziehung zur Gehörkapsel getreten ist als bei der Ente. Dasselbe zeigt sich auch noch in anderer Weise. Denn in einigen *Hühner*embryonen von etwa 17 m.m. finde ich schon die Verbindung mit der Gehörkapsel, während diejenige mit der Basalplatte noch gar nicht stattgefunden hat (Fig. 14, *c m o*).

Augenscheinlich geht die Entwickelung bei verschiedenen Embryonen in verschiedener Weise vor sich: entweder fliesst die Cartilago metotica zuerst mit der Basalplatte oder mit der Gehörkapsel zusammen. Die letztere Entwickelungsweise habe ich bei der *Ente* nicht beobachtet, und auch nicht beim *Star*.

Die Bildung des *Foramen N. glossopharyngei* und des kurzen ventral-rostralwärts gerichteten Ausläufers am rostralen, freien Rande der Cartilago metotica erfolgt in derselben Weise als bei der *Ente*. Auch der vordere Abschnitt des dorsalen Randes sieht frei aus und erreicht den Unterrand des ventralwärts von der Artikulationsstelle mit dem Quadratum gelagerten Abschnittes des knöchernen Squamosum. Wie die frontalen Schnittserien zeigen, ragt die Cartilago metotica mit dem dorsalen Rande ein wenig mehr lateralwärts als der Squamosum-Unterrand.

Bei der *Ente* dagegen schiebt sich das Squamosum eine kurze Strecke über die laterale Fläche der Cartilago metotica.

Wie bei der *Ente* ist der zwischen der Gehörkapsel und der Cartilago metotica eingeschlossene Raum beim *Hühnchen* dorsal nicht vollständig geschlossen (Fig 20, *c m o*,*), indem der dorsale Abschnitt des Canalis semicircularis posterior nicht mit der Cartilago metotica knorpelig zusammengewachsen ist. Durch diesen Defect in der knorpeligen Begrenzung treten Blutgefässe in den Raum hinein.

Wir können also sagen, dass die Cartilago metotica im ausgebildeten Chondrocranium einen Teil der ventralen und lateralen Wand des mittleren und inneren Ohres bildet und andererseits mit ihrer Basis die Fissura metotica überbrückt. Die Paukenhöhle schickt einen kurzen Ausläufer in den obenerwähnten Raum hinein.

Litteratur-Uebersicht.

Aus dem obengesagten ergiebt sich, dass die Cartilago metotica als das dem *Occipitalflügel* Suschkin's homologe Gebilde gedeutet werden muss. Während ich auf Grund meiner Befunden beim *Hühnchen* und bei der *Ente* demselben eine bestimmt selbständige Anlage zuspreche, soll nach Suschkin seine Verknorpelung von der

Umhüllungsmasse ausgehen. Denn er sagt (l. c. p. 49): „Er ist an der äusseren Seite des Vorderendes der Occipitalplatte über den Austrittöffnungen der Wurzeln des Hypoglossus befestigt und zieht als eine massive Leiste an der äusseren Seite der Gehörkapsel zwischen dem Relief der halbkreisförmigen Canäle und dem Anheftungspunkt der Columella", und weiter (l. c. p. 117): „Als ein Auswuchs der lateralen Occipitalplatte entwickelt sich der Occipitalflügel, welcher beim erwachsenen Vogel von hinten die Paukenhöhle und die Höhlung des äusseren Ohres umgiebt und sich an der Zusammensetzung des Skelets des Bodens der Paukenhöhle betheiligt".

Bei den von mir untersuchten *Vögeln* erfolgt die Verwachsung der Cartilago metotica mit der Basalplatte secundär und alsdann giebt es ein Stadium, welches mit dem von Suschkin als erstes Stadium der Anlage beschriebenen Zustand grosse Aehnlichkeit besitzt, denn sie erscheint jetzt als ein lateraler Ausläufer der Basalplatte. Den sehr wahrscheinlich bei allen Vögeln primären Zustand (i. e. die selbständige *knorpelige* Anlage), hat Suschkin offenbar nicht gesehen.

Das endgültige Verhältniss des Occipitalflügels von *Tinnunculus* zur Gehörkapsel stimmt volkommen mit dem Zustand, welchen ich bei den Vögeln gefunden habe. Nur gilt für das *Hühnchen* und die *Ente* nicht die Angabe von Suschkin, dass der obere und vordere Rand des Occipitalflügels denjenigen Teil des unteren Randes des Squamosum von aussen bedeckt, welcher an seiner Innenseite die Gelenkgrube für das Quadratum trägt (s. o.).

Eine Knorpelbrücke teilt nach Suschkin das Foramen lacerum posterius (Fissura metotica) in zwei hinter einander gelagerte Teile, von denen der hintere zum Durchtritt des N. accessoriovagus dient und der vordere sich zum Foramen N. glossopharyngei umbildet. Auch hier also zwei getrennte Oeffnungen für die beiden Nerven: der N. vagus tritt durch die Oeffnung in die Basis des Occipitalflügels, während der N. glossopharyngeus nur einen Einschnitt in dessen vorderen Rand verursacht. Der Zustand beim *Huhn* und bei der *Ente* gestaltet sich etwas anders. Sowohl der N. vagus als der N. glossopharyngeus haben im ausgebildeten Chondrocranium eine eigene Oeffnung in der die Fissura metotica überbrückenden und die Cartilago metotica mit der Basalplatte verbindenden Knorpelbrücke; das Foramen N. vagi ist auf der Grenze der Basalplatte und der Basis der Cartilago metotica gelagert, das Foramen N. glossopharyngei etwas mehr lateralwärts.

Auch Tonkoff (1900) erwähnt zwei getrennte Foramina für die obenerwähnten Nerven, doch finde ich in seinen vorläufigen Mitteilungen keine Angabe über die Cart. metotica.

T. J. Parker (1892), in seiner Arbeit über die Entwickelung von *Apteryx*, sagt, dass im „Stadium E" die „Parachordals are lateral produced into wellmarked *paroccipital-processes*, bounding the tympanic recessus". Vielleicht bilden diese „paroccipital-processes" die Homologa der Occipitalflügel von Suschkin und meiner Cartilagines metoticae. Bei Suschkin finde ich diese Vermutung nicht ausgesprochen.

In der Litteratur sind mir in Bezug auf andere Tierformen als die Vögel keine der Cart. metotica ähnlichen Gebilde zur Kenntnis gekommen.

Die Fissura metotica.

Zur Zeit, wenn die Fissura metotica von der Cartilago metotica überbrückt ist, kann man an derselben zwei Abteilungen unterscheiden, nämlich eine vordere grössere Oeffnung und eine hintere sehr enge Spalte, welche sich caudal-dorsalwärts zwischen dem caudalen Umfang der Gehörkapsel und dem vorderen oder lateralen Rande des hoch emporsteigenden und an der Spitze umgebogenen Occipitalbogens fortsetzt (Figg. 20, 23, 24, *fmo*). Die Spalte verschwindet fast ganz, weil die Basalplatte und die Gehörkapsel sich sehr nahe aneinanderlegen. Nur der obere oder hintere Abschnitt bleibt länger offen und bekommt infolge des Auftretens des näher zuerwähnenden Tectum synoticum seinen Abschluss (Fig. 23, *fmo*).

Dieses hat sowohl Beziehung auf das *Huhn* als auf die *Ente*.

Während also in den jüngeren Stadien der N. vagus und der N. glosso-pharyngeus durch die gemeinschaftliche Spalte treten, welchen Zustand wir bei den *Amphibien* finden (Gaupp, *Rana fusca*, 1893), verlassen sie später durch zwei getrennte Oeffnungen in der die Spalte überbrückenden Cartilago metotica den Schädel. Zwei getrennte Austrittsöffnungen sind auch von Gaupp (1900) bei *Lacerta agilis* beobachtet. Der vordere grössere Abschnitt der Spalte wird von diesem Autor mit dem Namen *Recessus scalae tympani* angedeutet und wird von einem perilympatischen Gang und vom N. glossopharyngeus eingenommen. Durch die hintere enge Oeffnung tritt der N. vagus. Die zuerst die letzte Oeffnung ebenfalls benutzende Vena obliteriert im Laufe der Entwickelung. Bei den von mir untersuchten Vögeln ist das Foramen N. glossopharyngei im ausgebildeten Chondrocranium von der vorderen, etwas grösseren Oeffnung (einem Abschnitte der Fissura metotica) abgetrennt und wird diese letztere nicht, wie Suschkin bei *Tinnunculus* glaubt, zum Foramen des IX. Nerven eingeengt.

Wie Noordenbos (1904) schon betonte, darf man der Behauptung Tonkoff's (1900), dass die beiden in Rede stehenden Ner-

ven die Basalplatte selbst durchbohren, nicht beistimmen. Ebenso wenig ist man berechtigt, mit Noordenbos zu sagen, dass bei den *Vögeln* die Foramina sich auf der Grenze der Basalplatte und der Gehörkapseln befinden. Beide Untersucher haben die Cartilago metotica vernachlässigt.

Suschkin nennt die lange, spaltenförmige Oeffnung „zwischen der Ohrkapsel und der Occipitalplatte" (l. c. p. 117) das Foramen lacerum posterius s. jugulare, welches später mittels einer von der Wurzel des Occipitalflügels abgehenden Querbrücke in zwei Teile geteilt wird. „Das Foramen vago-accessorio gehört auf diese Weise ganz der postauditiven Region — der Occipitalplatte und ihren Derivaten an; das Foramen N. glossopharyngei bezeichnet die vordere Grenze der postauditiven Region".

Das Foramen N. facialis.

Der *N. facialis* hat bei den *Vögeln* seine Austrittsstelle auf die Grenze der Pars cochlearis und der Pars canalicularis Capsulae auditivae, wie auch Tonkoff für das ausgebildete Chondrocranium von *Gallus* erwähnt: „Dicht vor der Stelle, wo die Pars cochlearis vom übrigen Teile der Ohrkapsel abgeht, dringt das Foramen N. facialis durch die Basalplatte hindurch".

Dieses Verhältnis des N. facialis zur Ohrkapsel trifft auch bei *Lacerta* (Gaupp, 1900) zu. Bei den *Anuren*, wie auch bei den niedrigeren Tieren, z. B. bei den *Selachiern*, dagegen tritt derselbe mit dem N. trigeminus und dem Abducens durch das Foramen prooticum hindurch, während der VII. Nerv bei den *Urodelen* durch eine eigene Oeffnung an der Unterseite der Ohrkapsel den Schädel verlässt. Gaupp führt den Zustand, welchen wir bei den *Anuren* finden, auf den seines Erachtens primitiveren Zustand der *Urodelen* zurück, indem er meint, dass bei den ersteren die *praefaciale basicapsuläre Commissur* verschwunden ist.

Derselbe Autor schreibt die geänderte Lage des Facialis-Lochs bei den *Vögeln* und in noch höherem Masse bei den *Säugern* in Vergleichung mit der bei den *Urodelen*, der Thatsache zu, dass die Pars cochlearis sich weit in die Basalplatte hineingeschoben hat und dass infolge dessen das Facialis-Loch sich mehr dorsal gelagert hat (s. Gaupp, Alte Probleme u. s. w., Seite 978).

Bei den *Vögeln* und bei den *Säugern* gehört das Foramen N. facialis (schon bei den Vögeln zu einem kurzen Kanal in der Vorderwand der Ohrkapsel verlängert) ganz der Gehörkapsel an, während dasselbe bei *Lacerta* (Gaupp) auf der Grenze der Parachordalplatte (i. e. Basalplatte-mihi) und der Ohrkapsel gelagert ist und rostralwärts von der praefacialen basicapsulären Commissur begrenzt wird.

Dieser Unterschied zwischen *Vögeln* und *Reptilien* erklärt sich leicht aus dem grossen Wachstum der Pars cochlearis bei den *Vögeln* (Fig. 23, 42, *p coch*); infolge dessen ist das Facialis-Loch weiter lateralwärts gedrängt.

Wie im ersten Kapittel erwähnt wurde, legt die Pars cochlearis sich bei den *Vögeln* als selbständiger Knorpelkern an (Cart. basiotica) und ist in den späteren Stadien als ein (ursprünglich selbständiger) Teil der Basalplatte zu deuten. Den die vordere Fläche des N. facialis begrenzenden Knorpelstreifen, welcher sich auf der Grenze der Pars cochlearis und der Pars canalicularis befindet, kann man also mit der praefacialen basicapsulären Commissur Gaupp's bei *Lacerta* homologisieren.

Noordenbos (1904) weist diese von Gaupp verteidigte Auffassung zurück, weil bei den *Säugern* die Pars cochlearis in Zusammenhang mit der Pars canalicularis entsteht und von der Basalplatte ziemlich unabhängig ist. Vergleicht man also den Zustand der *Säuger* direct mit demjenigen der *Reptilien*, so ist die Homologie, ich muss dieses gestehen, schwer findbar. Nimmt man dagegen den Zustand bei den Vögeln, wo die Pars cochlearis wohl stark entwickelt ist, aber in den späteren Stadien noch in ziemlich festem Zusammenhang mit der Basalplatte steht, als eine Zwischenstufe zwischen dem Zustand bei *Lacerta* und demjenigen der *Säuger*, so versteht man die Angabe von Gaupp (Alte Probleme u. s. w. Seite 978) besser; „Die Skeletbrücke über dem ersten Abschnitt des Facialiskanals bei den Säugern ist als einheitlich gebliebener Rest der praefacialen basikapsulären Kommissur der Saurier aufzufassen".

Das Tectum synoticum.

Bei 19 m.m. langen *Enten*embryonen hat sich über das Dach des vierten Ventrikels und zwischen den dorsal-caudalen Rändern der Ohrkapseln ein paariges, selbständiges Knorpelstäbchen angelegt. Die Stäbchen sind zu beiden Seiten der Medianebene horizontal gelagert und nähern mit ihrem lateralen Ende den caudalen Umfang des oberen halbkreisförmigen Kanals (wie beim Hühnchen, s. Fig. 20, *ts*). Diese Knorpelstäbchen bilden die paarige, selbständige Anlage des *Tectum synoticum*, welches bei den Vögeln den unansehnlichen Rest des Daches des Chondrocraniums darstellt. Die caudal-dorsale Spitze des occipitalen Teils der Basalplatte (Fig. 20, *ob*) befindet sich in diesem Stadium in der unmittelbaren Nähe dieses neuen Elementes, hat sich jedoch weder mit diesem noch mit der Ohrkapsel verbunden.

Bei etwas älteren Embryonen (von $19\frac{1}{2}$, 20 und 21 m.m.) wachsen

die medialen Enden der Knorpelstäbchen in die Höhe, indem sie sich dorsalwärts umbiegen. Zwischen diesen fast parallelen Abschnitten tritt jetzt infolge der Verknorpelung des median gelagerten Bindegewebes die Zusammenwachsung der das Tectum synoticum bildenden, paarigen Teile ein. Zurselben Zeit sind die lateralen Enden der Knorpelstäbchen mit der Ohrkapsel in einen knorpeligen Zusammenhang getreten. In dieser Weise hat sich ein einheitliches Tectum synoticum gebildet (Fig. 38, *ts*) dessen medianer Abschnitt eine fast vertikale, dorsalwärts wie längs einer geraden horizontalen Linie abgeschnittene Platte darstellt, von deren ventralen Winkeln die seitlichen Teile wie lateralwärts gerichtete Hörner abgehen und sich mit den Ohrkapseln verbinden.

An derselben Stelle haben sich die obenerwähnten Spitzen der „Occipitalplatte" mit dem Canalis semic. superior vereinigt. In dieser Weise ist die enge Spalte zwischen den Ohrkapseln und der Occipitalplatte (i. e. der hintere Teil der Fissura metotica) dorsal geschlossen (Fig. 23, *ts*, *ob*) und zugleich ist das in einer fast vertikalen Ebene gelagerte grosse *Foramen occipitale* zustandegekommen.

Auch beim *Hünchen* konnte ich die paarige, selbständige Anlage des Tectum synoticum constatieren (Fig. 20, *ts*) In zwei meiner Praeparate von 21 m.m. langen *Hühner*embryonen erscheint ein paariges Knorpelstücken, dem hinteren Abschnitte des Canalis semicircularis superior parallel. Bei 20—21 m.m. langen Embryonen entsendet dieser Teil der Ohrkapsel einen kurzen Ausläufer, an welchen sowohl die paarige, inmittels medialwärts mit der der anderen Seite zu einem einheitlichen Band zusammengeflossene Anlage des Tectum synoticum als die Spitze der Occipitalplatte sich verbindet.

Das ausgebildete knorpelige Tectum synoticum ragt mit dessen medianer Platte nicht so weit über die Dorsalfläche des Schädels hinauf wie bei der Ente und seine lateralen Hörner sind auf dem Höhepunkte der Entwickelung des Chondrocraniums mittels einer dünnen, vielfach durchlöcherten Knorpelschicht mit dem ganzen caudalen Umfang des Can. sem. superior verbunden.

Litteratur-Uebersicht.

Ich ziehe den Namen: *Tectum synoticum* vor, weil dieses Gebilde früher mit den Ohrkapseln zusammenfliesst als mit den Occipitalplatten (Occipitalbögen) und bei den *Vögeln* mit Recht als eine die Ohrkapseln verbindende Brücke zu deuten ist. Bei den *Säugern* hat Noordenbos dasselbe Gebilde Tectum interoccipitale genannt, weil die auch bei diesen Tieren paarige und anfangs selbständige Anlage zuerst mit den Occipitalbögen zusammenwächst. Sehr wichtig

ist dieser Unterschied nicht, weil bei beiden Tierklassen die drei Skeletteile schon vor ihrer Vereinigung einander sehr hart genähert sind.

Bei den Vögeln ist die selbständige und paarige Anlage, soviel ich weiss, nicht früher beobachtet.

Bei *Tinnunculus* vereinigt die „Supraoccipitalplatte" nach Suschkin (1899) anfangs nur die „lateralen Occipitalplatten" und nicht die Gehörkapseln. Dieser Autor hat keine paarige und sehr wahrscheinlich auch keine selbständige *knorpelige* Anlage beobachtet. In Bezug auf diese letzte Frage sind seine Auseinandersetzungen nicht sehr deutlich. Denn auf Seite 58 (l. c.) schreibt Suschkin: „In diesem (i. e. III) Stadium tritt zuerst die Supraoccipitalplatte auf. Sie besteht aus prochondralem Gewebe. An Schnitten bemerkt man keine Spaltung der Supraoccipitalplatte in der Medianlinie; augenscheinlich bildet sich diese Platte am Platz, im Zusammenhang mit den lateralen Occipitalplatten, nicht aber durch die Wucherung der letzteren bis zu gegenseitiger Begegnung". Im V. Stadium hat die Platte sich „in Hyalinknorpel verwandelt".

T. J. Parker (1892) erwähnt, ohne sich über die Entwickelungsart zu äussern, nur ein *Supraoccipitale*.

Gaupp (1893) beobachtete bei *Rana fusca* ein Tectum synoticum, welches auch selbständig angelegt wird. Die lateralen Teile sind breite Spangen, während der mediane, lange und dünne Abschnitt, wie die mediane, breite Platte bei den *Vögeln* dorsalwärts gerichtet ist und von Gaupp den Namen Taenia Tecti medialis bekommen hat.

Nicht nur selbständig, sondern auch paarig ist die Anlage des Tectum synoticum bei *Necturus* (Miss. J. Platt, 1897). Bei *Lacerta* hat Gaupp den medianen, dorsalen Ausläufer Processus ascendens tecti synotici genannt. Bei *Hatteria* erwähnen Howes und Swinnerton (1900) ein Supraoccipitale, welches sich hauptsächlich von den Ohrkapseln aus entwickelt. Bei *Acanthias* tritt das Tectum synoticum nach Sewertzoff (1899) in Zusammenhang mit den Ohrkapseln auf; ebensowenig hat Prof. van Wijhe bei den *Selachiern* eine selbständige Anlage beobachtet.

Ausser dem Tectum synoticum tritt bei den von mir untersuchten *Vögeln* keine Verknorpelung im Dache der Schädelhöhle auf. Denn von einem dem „Epiphysenknorpel" Suschkin's homologen Gebilde habe ich keine Spur gefunden.

Die Cartilago postorbitalis und das Foramen antoticum.

Während sowohl bei der *Ente* als beim *Hühnchen* die Lamina antotica sich als eine dorsal-laterale Verlängerung des lateralen

Abschnittes der Cartilago acrochordalis gestaltet hat, wird dieser Ausläufer durch eine lateralwärts offene, grosse Incisur von dem vorderen Rande der Pars cochlearis Capsulae auditivae getrennt. Die mediale Grenze der Incisur (Fig. 24, *In ao*) wird von dem vor der Pars cochlearis gelegenen, lateralen Rande der Basalplatte gebildet. An dieser Stelle, also zu beiden Seiten des vorderen Abschnittes der Fenestra basicranialis posterior und unmittelbar unter der Anheftungsstelle des Polknorpels an der Basalplatte, tritt der *N. abducens* durch eine Oeffnung in dem Knorpelgewebe der Basalplatte selbst hindurch (Fig. 22, N_6). In der obenerwähnten Incisur, welche ich die *Incisura antotica* nenne, ist das *Ganglion Gasseri* gelagert; die Zweige des N. trigeminus treten durch diese gemeinschaftliche Incisur hindurch.

Dieser Zustand ist nicht endgültig, denn die Incisur bekommt auch eine laterale knorpelige Begrenzung infolge des Auftretens eines Teils der knorpeligen Schädel-Seitenwand.

Bei *Hühner*embryonen von 17—18 m.m. bemerke ich an der caudalen Fläche des Auges, zwischen diesem und der in diesem Stadium schon weit caudalwärts gedrängten Mittelhirnblase, eine kleine, schwach blau gefärbte, selbständige Knorpelplatte, welche ganz unabhängig ist von der Lamina antotica und der Ohrkapsel (Fig. 24, *cpo*). Das Knorpelplättchen ist in einer frontalen Ebene gelagert. Bei weiterer Entwickelung breitet dasselbe sich nach allen Seiten aus, umwächst den *N. trochlearis* und fliesst medialwärts mit der Spitze der Lamina antotica knorpelig zusammen. Ohne Zweifel haben wir hier das Homologon der Cartilago supraorbitalis, welche Prof. v. Wijhe bei den *Selachiern* beobachtet hat. Beide Gebilde entstehen selbständig, umwachsen den N. trochlearis und verbinden sich medialwärts mit der Lamina antotica und später, wie ich noch zeigen werde, mit der Ohrkapsel. Nur hat dasselbe seinen von Prof. van Wijhe bei den *Selachiern* erwähnten Platz an der Dorsalseite des Auges bei den *Vögeln* infolge der mächtigen Entwicklung des Auges eingebüsst und ist hinter das Sehorgan gedrängt. Vielleicht ist es deswegen besser, diese Platte bei den *Vögeln Cartilago postorbitalis* zu nennen.

Dasselbe Gebilde finde ich bei der *Ente* zurück, zwar nicht selbständig.

Bei 17—18 m.m. langen *Enten*embryonen hat sich die obere Spitze der Lamina antotica fächerförmig ausgebreitet und von dieser Stelle aus wächst das Knorpelgewebe lateralwärts wie eine unregelmässig begrenzte Platte an der Hinterseite des Auges, während es auch den N. trochlearis umgreift (Fig. 40, *cpo*). Hier entsteht also die Cartilago postorbitalis nicht selbständig, sondern im Zusam-

menhang mit der bei der *Ente* ebenfalls nicht selbständig angelegten Lamina antotica.

Die Untersuchung mehrerer *Vögel* muss auch hier entscheiden, welche Entstehungsform als die gewöhnliche zu betrachten ist.

Die weiteren Umbildungen sind bei beiden Vögeln dieselben. Bei etwa 22 m.m. langen Entenembryonen und bei *Hühner*embryonen von 22—23 m.m. hat die Cartilago postorbitalis die Gestalt einer grossen, dünnen Platte, welche sich über die medial-caudale Fläche der Orbita ausbreitet (Fig. 22, 23, 41, *cpo*). Der mediale Teil derselben ist meistenfalls dünner als der laterale Abschnitt, befindet sich an der vorderen Fläche des Mittelhirns und zeigt infolge dessen eine schwache, dorsalwärts offene Concavität. Der laterale Teil dagegen besteht aus dickerem, compacterem Knorpelgewebe und besitzt eine Concavität nach vorne; dieser Teil endigt lateralwärts in einen dicken, runden, cranialwärts gerichteten Ausläufer, den *Processus lateralis* (*postorbitalis*) (Fig. 42, *ppo*). Die Hinterfläche der Cartilago postorbitalis zeigt einen kurzen, stumpfen Auswuchs, den *Processus posterior* oder *oticus* (Fig. 23, *pr p*), welcher dem vorderen Pole der Pars canalicularis Caps. auditivae entgegenwächst. Sodann können wir noch einen dünnen, eine Strecke weit dorsalwärts über das Auge ragenden *Processus superior* unterscheiden (Fig. 23, *pr s*).

Schon bei 17 m.m. langen *Enten*embryonen und bei 16 m.m. langen *Hühner*embryonen hat sich am vorderen Pole der Ohrkapsel, annähernd an der vorderen Fläche der Ampulla Can. semic. super., ein kleiner, stumpfer Auswuchs (Fig. 23) gebildet, welcher der Spitze des Processus posterior der Cartilago postorbitalis entgegenwächst, und dessen ventrale Fläche ein Gelenk mit dem Quadratum bildet. Dieser Auswuchs der Ohrkapsel verwächst bei 20—21 m.m. langen *Hühner*embryonen mit der Cartilago postorbitalis, während diese Verbindung bei *Anas* erst sehr spät erfolgt (bei *Enten*embryonen von etwa 26 m.m.).

In dieser Weise hat sich die Incisura antotica (Fig. 22, 23, 41, *In ao* N_5) zu einem *Foramen antoticum* geschlossen. Das Ganglion Gasseri füllt fast das ganze Foramen aus und entsendet den Ramus II und III N. trigemini durch diese gemeinschaftliche Oeffnung hindurch, während der Ramus I im ausgebildeten Chondrocranium eine gesonderte, in dem das Foramen antoticum an der medial-dorsalen Seite begrenzenden Knorpelgewebe gelagerte Durchtrittsöffnung bekommen hat. Das Foramen N. trochlearis hat sich meistenfalls zu einer Incisur im dorsalen Rande der Cart. postorbitalis rückgebildet (Fig. 22 N_4).

Die Knorpelplatte der Cartilago postorbitalis ist ziemlich dünn, doch hat sie keine von Bindegewebe ausgefüllte Lücke (Fig. 22).

Litteratur-Uebersicht.

Während Sewertzoff (1899) eine ursprünglich selbständige „Alisphenoïdplatte" als ein sich am Aufbau der Schädelseitenwand beteiligendes Knorpelelement beschrieben hat, berichtet Prof. van Wijhe (1904) bei den *Selachiern* über ein der Alisphenoïdplatte homologes, dagegen nicht selbständiges Gebilde, welches er *Lamina antotica* nannte. „Am späteren Orbitaldach entsteht bei *Acanthias* (auch bei *Raja*) selbständig der *Supraorbitalknorpel*, welcher den Trochlearis umwachsend, das Foramen für diesen Nerven bildet. Der Supraorbitalknorpel verschmilzt hinten und ventral mit dem freien dorsalen Ende der Lamina antotica, vorn mit dem freien Ende der Lamina orbitonasalis. In dieser Weise wird bei *Acanthias*-Embryonen von etwa 40 m.m. ein geschlossener *Orbitalrahmen* gebildet". Die Cartilago supraorbitalis verschmilzt später mit der Labyrinthkapsel und schliesst in dieser Weise das Foramen zwischen der Lamina antotica, der Labyrinthschale und der Cart. supraorbitalis; durch dasselbe treten der Trigeminus und der Facialis hindurch (van Wijhe, 1904).

Mit wenigen Modifizierungen finde ich dieses Schema bei den *Vögeln* zurück. Die Lamina antotica entsteht bei der *Ente* als ein Auswuchs des früheren Acrochordalknorpels, bei dem *Hühnchen* dagegen, wie die Alisphenoidplatte von Sewertzoff, ursprünglich selbständig. Infolge der mächtigen Entwicklung der Augen befindet sich die Supraorbitalplatte bei den *Vögeln* hinter der Orbita, umwächst auch hier den Trochlearis und verschmilzt mit der Ohrkapsel, in dieser Weise das Foramen antoticum schliessend. Ein vollständiger Orbitalrahmen kommt bei den *Vögeln* nicht mehr zustande, doch wendet sich auch hier die Postorbitalplatte weit dorsalwärts über das Orbitaldach.

Bei *Gallus* wird die Postorbitalplatte selbständig angelegt, während sie bei der *Ente* in Zusammenhang mit dem freien Ende der Lamina antotica verknorpelt. Sowohl der Facialis als der Ramus I N. trigemini sind bei den *Vögeln* von dem grossen Foramen antoticum der *Selachier* durch Knorpelgewebe abgetrennt, doch ist dies später bei den *Selachiern* auch der Fall.

Sewertzoff unterscheidet in dieser Region nicht zwei gesonderte Elemente, beschreibt aber, wie schon erwähnt, eine ursprünglich selbständige Alisphenoidplatte.

Später ist das Alisphenoïd von Schauinsland (1900) bei *Hatteria* beobachtet als ein Auswuchs der vorderen Region der Basalplatte; dieses Gebilde wurde von Howes und Swinnerton (1900) Otosphenoïd genannt. Weiter spricht T. J. Parker (1892) von

einem Alisphenoïd bei *Apteryx* und Suschkin bei *Tinnunculus*. Gaupp (1905) zieht den Namen Sphenolateralplatte vor. Bei *Lacerta* beschreibt dieser Autor (1900) ein sehr weitmaschiges Knorpelgerüst, welches die Seitenwand des Schädels darstellt. Die Pila prootica geht vom lateralen Rande des Dorsum Sellae ab und setzt sich dorsalwärts in eine Pila accessoria fort, welche sich wieder an die Taenia marginalis heftet. Diese Taenia marginalis vereinigt das Solum supraseptale mit der Labyrinthkapsel. In dieser Weise wird auch bei Lacerta ein Foramen prooticum gebildet, vom G. Gasseri ausgefüllt. Das sämtliche Knorpelgebilde sieht viel dünner und schmächtiger aus als bei den *Vögeln*, wo die grosse Knorpelplatte sich anlegt.

Nach Suschkin (1899) geht die Alisphenoïdplatte bei *Tinnunculus* vom apicalen Teile der Umhüllungsmasse ab, denn er sagt (l. c. p. 47, II Stadium): „Der Ausschnitt im apicalen Rande des prächordalen Districts ist jetzt tiefer geworden, da er seitlich von den Anlagen der Alisphenoïdregion begrenzt wird. Diese Anlagen gehen von den hinten-seitlichen Ecken des apicalen Theils des präauditiven Abschnitts ab und stellen plattenförmige Fortsätze dar". In derselben Weise wie ich es bei *Gallus* und *Anas* beobachtet habe, wird bei *Tinnunculus* das Foramen prooticum geschlossen, welches dagegen bei dem letzteren in zwei Oeffnungen geteilt wird: in eine Oeffnung für einen Zweig des Sinus petrosus und in ein Foramen für den Durchtritt des Ramus I und II des Trigeminus.

An der Dorsalfläche des Auges erwähnt Suschkin eine Supraorbitalplatte, von welcher später ein hinterer Abschnitt als ein Ausläufer des Alisphenoïds übrigbleibt. Auf diesen Vorgang komme ich später zurück, doch will ich hier schon sagen, dass ich in der Region dieser Supraorbitalplatte von Suschkin bei den von mir untersuchten Vögeln kein selbständiges Element gesehen habe. Der Processus postorbitalis ist das Homologon des von mir mit dem Namen Proc. lateralis Cartilaginis postorbitalis bezeichneten Ausläufers.

Der endgültige Zustand dieser Region der Schädel-Seitenwand ist auch von Tonkoff (1900) für das *Hühnchen* beschrieben. Er bildet in der grossen Platte hinter dem Auge eine grosse Lücke ab, deren Deutung von dem Autor unerörtert gelassen wird. Ich muss dagegen erwähnen, dass ich in meinen Methylenblau-Praeparaten des *Huhns* keine Lücke in der Cart. postorbitalis gesehen habe.

Weitere Umbildungen der Seitenwand der Fenestra Hypophyseos. Die Cartilago suprapolaris.

Die Veränderung am ventralen Rande der Cartilago polaris in der Gestalt des *Processus infrapolaris* (Figg. 8, 11, 24, 39, *pip*)

ist schon in einem vorigen Kapittel erwähnt, hier soll die Knorpelanlage an der Dorsalseite des Polknorpels einen Platz finden.

Bei zwei *Anas*-Embryonen von 14 m.m. aus meiner Sammlung finde ich in der Nähe des dorsalen Randes des früheren Polknorpels ein selbständiges Knorpelscheibchen, welches in der sagittalen Ebene gelagert ist. Dasselbe ist noch klein und schwach gefärbt. Zwischen den einander zugekehrten Rändern dieses Gebildes, welches ich *Cartilago suprapolaris* (Fig. 11, 19, *c sp*) nenne, und der Seitenwand der Fenestra Hypophyseos verläuft die *Art. ophthalmica interna*. Bei 15 und 15½ m.m. langen *Enten*embryonen geht die Cartilago suprapolaris sowohl vor als hinter dieser Arteria eine knorpelige Verbindung ein mit dem dorsalen Rande der Seitenwand des Hypophysenfensters. In dieser Weise wird ein ringsum knorpelig begrenztes *Foramen Art. opthalmicae* in der Seitenwand der Fenestra Hypophyseos gebildet (Figg. 22, 40, *Foph*).

Zur Zeit, wenn die Cartilago postorbitalis noch nicht zur Anlage gelangt ist, wird das freie Ende der Lamina antotica bei 15—16 m.m. langen *Enten*embryonen von einem sagittalen, an der medialen Wand der Orbita gelegenen, Knorpelplättchen gebildet. Der vordere Rand dieser sagittalen Ausbreitung hat sich dem dorsalen Rand der Cartilago suprapolaris sehr hart genähert (Fig. 40), und bei einem Embryo von 15 und zwei von 16 m.m. ist derselbe schon mit dem Suprapolarknorpel knorpelig verwachsen. Infolge dessen tritt in diesem Stadium der N. oculomotorius durch den oberen Abschnitt des grossen, zwischen der Cart. suprapolaris und der Lamina antotica gelagerten Lochs in lateral-ventraler Richtung hindurch. Der Verbindungsknorpel atrophiert bei älteren Embryonen; derselbe ist also vorübergehend und auch inconstant. Zwischen dem Vorderrand der sich als Erhöhung der Seitenwand des Hypophysenfensters gestaltenden früheren Suprapolarknorpels und dem Hinterrand des Septum interorbitale erscheint eine ziemlich tiefe, dorsalwärts weit offene Incisur für den Durchtritt des *N. opticus* (Fig. 40). Im ausgebildeten Chondocranium ist diese Incisur weniger tief, weil der vor dem Suprapolarknorpel sich befindende Abschnitt der Seitenwand sich erhöht hat und im Niveau des oberen Randes der Cart. suprapolaris gekommen ist (Figg. 39, 41, *Inc O*).

Bei *Gallus* habe ich keine selbständige Anlage der Cart. suprapolaris gefunden. Bei drei meiner *Hühner*embryonen von 15 m.m. erscheint zwischen dem dorsalen Rand der Seitenwand des Hypophysenfensters und dem freien Ende der Lamina antotica ein dünner, knorpeliger Verbindungsstreifen, welcher zusammen mit dem erwähnten Dorsalrande und dem Vorderrande der Lamina antotica eine ziemlich grosse, ovale Oeffnung bildet. Durch die obere Ecke dieser

Oeffnung tritt der N. oculomotorius, durch den vorderen Abschnitt die Art. ophthalmica interna (Fig. 14, *ssp*).

Bei anderen Embryonen dieses Stadiums und bei älteren Embryonen sehe ich diese paarige Oeffnung in der Seitenwand der Fenestra Hypophyseos nicht mehr.

Bei 16–17 m.m. langen *Hühner*embryonen hat sich in Zusammenhang mit der Seitenwand des Hypophysenfensters ein halbkreisförmiger Knorpelstreifen gebildet, welcher über die Art. ophthalmica int. verläuft und in dieser Weise das Foramen Art. ophth. begrenzt (Fig. 39, *F oph*). In einigen Praeparaten fehlt der obere, an der Dorsalseite der Arteria gelagerte Abschnitt des Knorpelstreifens noch (Fig. 24, *F oph*). Dieser obere Teil muss mit der Cartilago suprapolaris der *Ente* homologisiert werden. In den meisten Fällen hat sich jetzt die Synchondrosis mit der Lamina antotica gelöst. Auch bei *Gallus* erscheint dieselbe also vorübergehend, ganz wie bei der *Ente*. Der N. oculomotorius verursacht nunmehr eine Incisur in den Vorderrand der Lamina antotica.

Der endgültige Zustand beim *Sperling* ist denjenigen der oben erwähnten Vögel sehr ähnlich; nur ist die Lamina antotica hier viel kürzer und erreicht mit ihrem oberen Ende fast den Dorsalrand der früheren Cartilago suprapolaris.

Die Verbindungen der Trabekel mit der posthypophysalen Region.

An dieser Stelle will ich mir noch einige Wörte über die Verbindungen der Trabekel mit der Basalplatte erlauben.

Suschkin (1899) hat nämlich bei *Tinnunculus* eine dreifache Vereinigung dieser beiden Abschnitte beobachtet: 1. die mittlere, welche dadurch entsteht, dass die Hinterenden der Trabekel caudalwärts wachsen und mit der Basalplatte zusammenfliessen; 2. die mehr dorsalwärts gelagerte Verbindung mittels der Supratrabecula; 3. die ventrale Verbindung mittels des Proc. basitrabecularis (l. c. p. 122).

In Bezug auf die ersterwähnte Verbindungsart habe ich schon bemerkt, dass nicht die Trabekel unmittelbar die Basalplatte erreichen, sondern sich mittels der Cartilagines polares mit der Basalplatte verbinden. Die Seitenwand der Fenestra Hypophyseos wird infolge dessen nicht von den Trabekelhinterenden, wohl aber von den Polknorpeln gebildet. Keiner der früheren Untersucher hat das Vorhandensein dieses Elements bei den *Vögeln* erwähnt, auch D. Filatoff (1906) nicht in seiner neuerdings veröffentlichten Arbeit.

Infolge dessen kann ich der Auffassung von Suschkin der beiden anderen Verbindungen der Trabecula nicht beistimmen.

In Bezug auf den Processus basitrabecularis, welcher zweifels-

ohne mit meinem Processus infrapolaris homologisiert werden muss, habe ich schon gezeigt, dass der Befund beim *Star* den Beweis liefert dass dieser Processus ein Ausläufer der Cart. polaris und nicht der Trabekel darstellt. Der Namen Proc. basitrabecularis scheint mir also unrichtig.

Suschkin zeichnet am Hinterende der prochondralen Trabekel schon den ventralwärts frei endigenden Processus basitrabecularis; später verwächst dieses ventrale Ende mit der Umhüllungsmasse und stellt in dieser Weise ein Foramen Art. carotidis internae dar. Dass Suschkin diesen Ausläufer doch als ein einigermassen selbständiges Element auffasst, erhellt aus seiner Angabe (l. c. p. 43): „Der proximale Theil des Basalfortsatzes der Trabekel ist schwächer histologisch differenzirt und besteht aus verdichtetem embryonalem Bindegewebe; auf diese Weise geht die Verknorpelung der Basalfortsätze anscheinend aus einem localen Centrum hervor."

Auch W. K. Parker (1876) beschreibt diesen Fortsatz als einen Ausläufer des hinteren Endes der Trabecula und bezeichnet denselben als Lingula sphenoïdalis, während T. J. Parker (1892) dasselbe Gebilde für die Anlage des Processus basipterygoïdeus gehalten hat. Suschkin dagegen beschreibt einen kleinen Vorsprung des Proc. basitrabecularis als den Proc. basipterygoïdeus. Bei den von mir untersuchten Vögeln habe ich diesen letzteren Vorsprung nicht gefunden.

Eine ganz andere, meines Erachtens viel unwahrscheinlichere Auffassung des diesbezüglichen Gebildes ist neuerdings von D. Filatoff (1906) für die *Taube* veröffentlicht. Auf Grund seiner Untersuchung von Schnittserien kommt er zum Resultat, dass der „Processus basitrabecularis von Suschkin als ein eigenartig umgewandelten und für eine besondere Function angepassten Teil der Columella zu betrachten ist" (l. c. p. 632). Im prochondralen Stadium sollte die Columella, ein Fortsatz des Quadratums, sogar „ohne jegliche scharfe Grenze in die Trabecula" übergehen. „Weiterhin wird die Columella unterbrochen, das untere, mit dem Quadratum verbundene Ende bildet sich zurück, das obere Ende aber bleibt in Verbindung mit der Trabecula und nimmt Anteil an der Verengerung der Oeffnung für die Carotis".

Eine Verbindung zwischen Quadratum und Trabecula habe ich niemals bei den *Vögeln* beobachtet, und dieselbe scheint mir denn auch sehr unwahrscheinlich. Der Proc. infrapolaris verbindet sich bei zwei der von mir untersuchten Vögel nur mit der Basalplatte ohne in Beziehung zu anderen Skeletteilen zu treten (Fig. 8, *pip*). Beim *Huhn* und bei der *Ente* kommt auch diese Verbindung nicht zu Stande, wenigstens im knorpeligen Stadium nicht (Figg. 39, 24,

41, *pip.*) und entsteht der Processus infrapolaris überhaupt viel später. Die Verbindung der Cartilago polaris mit der Basalplatte und infolge dessen das ringsum geschlossene Foramen Art. carotidis internae ist also bei den Vögeln nicht constant.

Auch in Bezug auf die Supratrabecula kann ich Suschkin nicht beistimmen.

Die Supratrabecula von Suschkin ist ein selbständiges Knorpelelement, welches an der dorsalen Seite des Hinterendes der Trabecula gelagert ist und einen Teil der Seitenwand des Hypophysenfensters bildet. In seinem I. Stadium ist dessen Anlage durch Bindegewebe mit dem „praechordalen District der Umhullungsmasse" verbunden. Wegen seiner Lage über dem hinteren Trabekelteil und „da dieses Element an die Trabekel durch seine Beziehung zur Umhüllungsmasse erinnert", hat Suschkin dasselbe „Supratrabecula" genannt.

Auf Seite 120 (l. c.) sagt er: „Im ersten Stadium bildet die Supratrabecula wie ein Appendix des praechordalen Districts des posthypophysalen Abschnitts, doch ist ihre Selbständigkeit eine zweifellose". Nach Suschkin ist dessen Existenz bei *Tinnunculus* als „ein vereinzeltes Factum, welches einstweilen keine Deutungen zulässt", zu betrachten. Auch mir ist es gelungen in dieser Region, aber nicht an der Dorsalseite der Trabekel-Hinterenden, sondern an der Dorsalseite der früheren Polknorpel, ein selbständiges Element zu finden; wenigstens bei der *Ente*, beim *Huhn* aber wird die Art. ophthalmica interna durch Knorpelgewebe in Zusammenhang mit der Seitenwand der Hypophysengrube umwachsen.

Aus der genauen Ortsbestimmung, welche Suschkin giebt, kann ich zur Homologie dieser Supratrabecula mit demjenigen Element, welches von mir Cart. suprapolaris genannt wurde, schliessen: „der Oculomotorius tritt am oberen Ende der hinteren Grenze der Supratrabecula, die Art. ophthalmica interna — hinter ihrem freien unteren Ende aus" (l. c. p. 120).

Die Verbindung der Cart. suprapolaris mit dem acrochordalen District der Basalplatte ist bei der *Ente* und beim *Huhn* dagegen nur secundär und vorübergehend; zur Seitenwand des Hypophysenfensters steht dieselbe in viel innigerem Zusammenhang. Als „Appendix des praechordalen Districts" habe ich dieses Element niemals beobachtet. Bei der *Ente* und beim *Hühnchen* ist der N. oculomotorius von dem oberen Rande der Cart. suprapolaris ziemlich weit entfernt; bei diesen Vögeln ist das Knorpelgerüst in der Hypophysenregion nicht so massiv und zusammengedrängt wie beim *Rüttelfalk* (s. Fig. 25, 27, Taf. II, Suschkin). Im fast ausgebildeten Chondrocranium eines *Sperling*-Embryo's von 15 m.m. finde ich

einen Zustand, welcher demjenigen von *Tinnunculus* viel ähnlicher ist. In 1906 hat D. Filatoff die Entstehung der „Supratrabecula" bei *Emys* und *Columba* verfolgt. Dieselbe hat eine constante Lage zwischen Oculomotorius und Opticus. Weiter erwähnt er keine Besonderheiten.

Bei *Anas* und *Gallus* sind also die Trabeculae Cranii nur mittels der Cartilagines polares bleibend mit der Basalplatte zusammengewachsen. Die beiden anderen Verbindungen, welche Suschkin erwähnt, bilden sich hier nicht bezw. nur vorübergehend.

Die Entwickelung der ethmoidalen und interorbitalen Region. Das Nasenskelett.

In einem vorigen Kapittel habe ich erwähnt, dass zwischen den Vorderenden der sich als ziemlich geraden Stäbchen gestaltenden Trabeculae Cranii eine knorpelige Verbindung zustande kommt. Die Verknorpelung des zwischen diesen Vorderenden gelagerten Bindegewebe geht bei 11 und 12 m.m. langen *Hühner*embryonen von den einander zugekehrten Flächen der Trabekel aus (Fig. 10, 17, 18, *spt*). Ich habe also in diesem Bindegewebe weder in den Methylenblaupraeparaten noch in den Schnittserien dieses Stadiums ein selbständiges Knorpelelement gefunden.

In frontalen Schnitten eines Embryo's von 14 m.m. sieht man die Trabeculae als dreieckige Gebilde. Die quere Seite des geradewinkeligen Dreiecks wird von der lateralen Fläche der Trabecula gebildet. Das zwischen den Trabekeln sich befindende Gewebe hat sich mit Methylenblau überall gleichmässig blau gefärbt und steht mit den Trabekeln in continuirlichem Zusammenhang. Das ganze Gebilde hat jetzt in der frontalen Schnittserie die Gestalt eines grösseren Dreiecks, dessen mittlerer Teil und Spitze von dem verbindenden Knorpel und dessen untere Winkel von den beiden Trabekeln eingenommen werden. In dieser Weise wird von diesem Verknorpelungsprocesse schon die Darstellung des Interorbitalseptums vorbereitet.

In annähernd derselben Weise geht die Vereinigung der Trabekel-Vorderenden bei der *Ente* vor sich (Fig. 13). Auch beim *Star* habe ich keine selbständige knorpelige Intertrabecula beobachtet, wie Suschkin (1899) bei *Tinnunculus*. Schon im ersten Stadium findet die Anlage dieses Elements bei *Tinnunculus* statt. „Das Gewebe der Intertrabekel ist in diesem Stadium schwach differenzirt, so dass es schwer ist, sich eine deutliche Vorstellung von der Form dieses Gebilde zu machen". Und weiter: „Hier (i. e. am unteren Teil) sieht man, dass dieses Gebilde eine dicke Platte darstellt; die Trabekel liegen der Seiten der Intertrabekel an deren unteren

Rande an" (l. c. p. 52). Es ist sehr fraglich, ob dieses „schwach differenzirtes Gewebe" schon als Knorpel gedeutet werden muss. Dass Suschkin seine Intertrabecula als ein von den Trabekeln ganz und gar unabhängig entstehendes, *knorpeliges* Element auffast, erhellt aus seinen Auseinandersetzungen nicht. Man kann natürlich das zwischen den aus einander weichenden Vorderenden der Trabekel gelagerte, verknorpelnde Bindegewebe eine Intertrabecula nennen; eine selbständige Anlage und eine selbständige Existenz kann ich, wenigstens bei den von mir untersuchten Vögeln, diesem Gebilde nicht zusprechen.

Schon vor Suschkin hat W. K. Parker (1890—'91) ein derartiges Gebilde bei den *Vögeln* angenommen in Vergleichung mit seiner Beobachtung einer Intertrabecula bei der *Schildkröte* und beim *Crocodil* (1880, 1883). In Nachfolgung von Suschkin hat auch Filatoff (1907) für *Columba* die Existenz einer Intertrabecula betont; doch auch aus seinen Zeichnungen erhellt, dass hier dieses Gebilde in directem Zusammenhang mit den Trabekeln entsteht.

Bei weiterer Entwickelung wuchert dieses die Trabekel verbindende Knorpelgewebe immer weiter caudalwärts und gestaltet sich im vorderen Abschnitt etwas höher, in dieser Weise die Anlage des Interorbitalseptums darstellend. Bei 14—15 m.m. langen *Hühner*embryonen entsendet die vordere Spitze dieser Knorpelmasse einen ventral-rostralwärts gerichteten Ausläufer, welcher am freien Ende spitz zuläuft und den Namen: *Processus praenasalis* trägt (Fig. 8, *ppr*). Mehr dorsalwärts geht ein breiter, stumpfer Auswuchs ab, welcher die erste Anlage des internasalen Septums und des Daches der Nasenhöhle bildet (Figg. 8, 35, *tn*; Fig. 15, *spt*).

Während der Processus praenasalis in die Länge und Dicke wächst, bildet sich bei *Hühner*embryonen von 16 m.m. ein dorsalwärts gerichteter, paariger Ausläufer, welcher mit seiner breiten Basis auf der Trabecula eingepflanzt ist zu beiden Seiten und etwas caudalwärts von dem stumpfen, die Anlage des Septums bildenden Auswuchs. Die Spitze dieses paarigen Ausläufers ragt dorsal- und lateralwärts empor auf der Grenze zwischen dem Auge und dem Vorderhirn (Fig. 31, 33, 40, 45, *lon*). Seine Basis befindet sich im Trennungsgebiete zwischen dem Geruchs- und dem Sehorgane und kann demzufolge mit der *Lamina orbitonasalis* der *Selachier* (Van Wijhe, 1904) homologisiert werden. Ganz wie bei diesen Tieren verläufen die N. olfactorii auch bei den *Vögeln* an der medialen Fläche der *Lamina orbitonasalis*. Bei Embryonen von 17 m.m. erreicht diese Lamina ihre grösste Ausdehnung. Die Lobi olfactorii befinden sich in diesem Stadium noch direct an der dor-

salen Fläche des Nasenskelettes, sodass die Geruchsnerven annähernd senkrecht ventralwärts zur Nase verläufen.

Bei 17 m m langen *Hühner*embryonen ist das Septum caudalwärts gewachsen, ist aber im vorderen Teil am höchsten; die Laminae orbitonasales befestigen sich mit ihren breiten Bases an den Seiten des unteren Abschnittes des Septums. Der obenerwähnte, stumpfe Auswuchs verbreitert sich am oberen freien Ende und bildet in dieser Weise die erste Anlage des Daches des Nasenskelettes (Fig. 35, 31, *tn*), dessen laterale Teile sich caudalwärts mit dem vorderen Rande der Lamina orbitonasalis verbinden. Auf diese Weise wird eine paarige, in einer sagittalen Ebene gelagerte, längliche Oeffnung gebildet, durch welche, wie die Schnittserien zeigen, der N. olfactorius ventral-lateralwärts hindurch in das Nasenlabyrinth tritt (Fig. 40, N_1).

Zwischen den Laminae orbitonasales erhöht sich das Septum (Fig. 35, *spt*) und die Bases dieser Laminae haben sich an die Seiten des Septums angelegt. Bei 18 und 19 m.m. langen *Hühner*embryonen wächst die Anlage des Daches immer weiter caudalwärts, während dieselbe die oberen Ränder der Laminae orbitonasales und infolge dessen auch die obenerwähnten Foramina olfactoria überdeckt. Dieser Process hängt zusammen mit dem Rückwärtstreten des Vorderhirns und der Lobi olfactorii. Das Dach des Nasenskelettes verlängert sich immer caudalwärts und seine ventrale Fläche tritt mit dem dorsalen Rande des Septum internasale in festen Zusammenhang. Unter diesem Dache verläufen die N.n. olfactorii zu beiden Seiten des Septums und sind an ihrer lateralen Fläche von der Lamina orbitonasalis begrenzt. Die Eintrittsöffnungen der N.n. olfactorii sind in dieser Weise durch das Herüberwachsen des knorpeligen Daches caudalwärts verlegt.

In Zusammenhang mit diesem Processe sind auch die Laminae orbitonasales caudalwärts gewachsen und gestalten sich wie Flügel in der Nähe des oberen Randes des Septum interorbitale. Während diese Hinterteile sich an der lateralen Fläche der Lobi olfactorii lagern, haben die vorderen Abschnitte, welche den N. olfactorius an seiner lateralen Fläche begrenzen eine Atrophie erlitten.

Im ausgebildeten Chondrocranium des *Hühnchens* bemerken wir also den folgenden Zustand: Im Nasenlabyrinth verläufen die N.n. olfactorii direct unter dem Dache zu beiden Seiten des mit der ventralen Seite des Daches zusammengeflossenen Septums (Fig. 39, *tn*), wie die frontalen Schnittserien deutlich zeigen. Weiter hinten verschmälert sich das Dach und endlich macht dasselbe sich frei vom Septum und überdeckt wie ein schmaler, knorpeliger Ausläufer (der *Processus tectalis*) die beiden Geruchsnerven (Fig. 39, *pt*).

Derjenige Teil der früheren Lamina orbitonasalis, welcher den N. olfactorius an dessen lateraler Seite begrenzte, hat sich rückgebildet; nur der hintere Abschnitt sitzt dem oberen Rande des hinteroberen Winkels des Interorbitalseptums auf wie ein paariges, den Lobus olfactorius an dessen ventral-lateraler Fläche begrenzendes Flügelchen (Fig. 39, *pls*), ganz so wie das Wachs-Modell von Tonkoff(1900) zeigt und welches von Gaupp (Handbuch der Entwickelungslehre von Hertwig) als das Planum supraseptale bezeichnet wird. Dieses paarige, unansehnliche Gebilde ist also keine selbständige Knorpelanlage, doch nur der Rest der zusammen mit der Zurückdrängung der Schädelhöhle aus dem vorderen Kopfabschnitt caudalwärts gerückten Lamina orbitonasalis. Das dieses wirklich der Fall ist, erhellt aus den Schnittserien. Ich konnte in einer Schnittserie eines 20 m.m. langen *Hühnchen*embryo's den atrophierten, nicht mehr knorpeligen vorderen Teil an der lateralen Fläche des N. olfactorius noch betrachten; hinten geht dieser Teil in das Planum supraseptale über.

In keinem Stadium der Entwickelung hat also die Lamina orbitonasalis eine solche Ausdehnung an der dorsalen Fläche des Auges bekommen (Fig. 41, *lon*), dass sie den Processus superior der Cartilago postorbitalis erreicht. Ein „Orbitalrahmen", wie Prof. van Wijhe bei den *Selachiern* beobachtet hat, kommt beim *Huhn* also nicht mehr zustande.

Ueber die Entwickelung der Seitenteile des Nasenskelettes noch Folgendes. Bei 17 m.m. langen *Hühner*embryonen sehen wir zu beiden Seiten des Internasalseptums eine selbständige Knorpelanlage, welche von der dorsalen Fläche gesehen eine U-förmige Gestalt hat mit der Concavität nach lateralwärts (Fig. 31, *u s*). Dieses Gebilde ist die Anlage der eine Einbuchtung der knorpeligen Nasen-Seitenwand bildenden, späteren *Concha superior*. Von dieser Anlage aus entwickelt sich die ganze Seitenwand mit den Muscheln. Dieselbe legt sich also ganz unabhängig vom Dache oder vom Septum an. Der freie, vordere Rand der Concha-Anlage verbindet sich bei 18 m m. langen Embryonen mit dem lateralen Rande des Daches des Nasenskelettes und bildet in dieser Weise einen seitlichen Ansatz dieses Daches. Bei Embryonen von 20 m.m. wächst von diesem Seitenrande des Tectum Nasi ein Knorpelplättchen über die lateralwärts offene Concavität der U-förmigen Concha und verschliesst dieselbe zum grössten Teil. Am unteren Rande dieser Concha erscheint später eine zweite, die *Concha inferior*, welche mit ihrer medialen Fläche in die Nähe des Septum internasale reicht. Derselber unterer Rand ist frei, denn das Nasenlabyrinth bekommt niemals einen knorpeligen Boden.

Schon bei 20 m.m. langen *Hühner*embryonen ist auch eine knorpelige Grenze zwischen dem Nasenlabyrinth und dem Auge zustandegekommen. In Zusammenhang mit dem Hinterrande der Seitenwand entsteht ein dreieckiges Knorpelplättchen, das *Planum antorbitale* (Gaupp). Dasselbe ist an der medial-rostralen Fläche der Orbita gelagert und demzufolge ist es nicht in einer frontalen Ebene, sondern mit dem lateralen Rande mehr rostralwärts als mit dem medialen Rande gelagert. Dieser mediale Rand sieht frei in der Nähe des Septums aus, nur eine enge Spalte trennt denselben vom Septum internasale. Der dorsale Teil des medialen Randes des Planum antorbitale ist weiter vom Septum entfernt; eine Schnittserie eines Embryo's von 26 m.m. zeigt, dass durch diese dreieckige, zwischen dem Tectum Nasi, dem Septum und dem Planum antorbitale gefasste Oeffnung die Filamenta olfactoria hindurch in den Nasenraum treten.

Das Dach setzt sich rostralwärts in das Dach des *Vorhofs* fort und zeigt auf der Grenze des eigentlichen Nasenteils (*Hauptteils*) und des Vorhofs eine Verschmälerung; die Seitenwand geht auch rostralwärts in die Seitenwand des Vorhofs über, welche hier zwei kleine Vorhofsmuskeln zeigt. Am Vorhofe wird das Dach so dünn und schwach gefärbt, dass ich in den Methylenblau-Praeparaten keinen Knorpel in demselben zu erkennen im Stande war. Auch aus den Schnittserien erhellt, dass das Gewebe des vorderen Teils des Vorhofes nicht wie echtes Knorpelgewebe aussieht.

Das *Septum* bildet im ausgebildeten Chondrocranium, wie auch das Wachs-Modell von Tonkoff zeigt, eine hohe Knorpelplatte und besteht aus drei Abteilungen: das *Septum interorbitale*, das *Septum internasale* (Fig. 39) und dessen niedrige, rostrale Fortsetzung zwischen den beiden Vorhofshälften.

Der Unterrand ist verdickt und setzt sich rostralwärts in den schon früh angelegten Processus praenasalis (Rostrum) fort. Während dieser Proc. praenasalis im Anfange mit dem Septum-Unterrand einen Winkel von etwa 120° machte (Fig. 41, 40, *ppr*), vergrössert sich dieser Winkel allmählig und am Ende bildet der ganze Unterrand des Septums eine fast gerade Linie (Fig. 39).

Im interorbitalen Teil des Septums befindet sich ein grosser, ovaler Defect im Knorpelgewebe, wie auch Tonkoff erwähnt, dem oberen Rande näher als dem unteren Rande (Fig. 39, *fio*). Auch im Septum internasale sehen wir einen ähnlichen Defect, welcher bei 25—26 m.m. langen Embryonen fast das ganze Septum einnimmt (Fig. 39, *fin*).

Das sehr niedrige Septum des Vorhofes zeigt ebenfalls einen Defect und ist auch übrigens sehr dünn.

Bei der *Ente* entstehen die *Laminae orbitonasales* schon zur Zeit, wenn die Trabekel noch nicht verwachsen sind, nähmlich auf deren auseinanderweichenden Vorderenden (Fig. 13). In Zusammenhang mit der medialen Fläche dieser vorderen Enden der Trabekel wächst das verbindende Knorpelgewebe, nicht nur in querer Richtung, sondern auch cranial-ventralwärts, so dass der Processus praenasalis gebildet wird. Bei 14 m.m. langen Entenembryonen ist die Zusammenwachsung der Trabeculae vollendet und die Laminae orbitonasales sind breit auf die früheren Trabekel eingepflanzt (Fig. 15, *l on*). Dieselben sind anfangs ziemlich weit von einander entfernt, später wächst das Septum zwischen ihnen in die Höhe und ihre Bases fügen sich an die Seitenflächen des Septums an, indem sie mit demselben zusammenwachsen.

Die Anlage des Daches und der Seitenteilen des Nasenskelettes geht in derselben Weise vor sich als beim *Huhn*. Auch hier konnte ich an Schnittserien das Rückwärtstreten der Laminae orbitonasales und die Atrophie der rostralen Teile verfolgen. In einem Stadium der Entwickelung, nämlich bei $18\frac{1}{2}$—19 m.m. langen Embryonen der *Ente* ragen diese Laminae sehr hoch über die Orbita (Fig. 41, *lon*) und erreichen fast den Processus superior Cartilaginis postorbitalis, so dass bei der Ente annähernd ein Orbitalrahmen dargestellt wird.

Bei mehreren Embryonen von 20 m.m. ist die Atrophie des cranialen Teils der Lamina orbitonasalis noch nicht vollendet; der laterale Rand des Tectum Nasi ist noch durch einen dünnen Knorpelstreifen mit dem bleibenden, hinteren Teile der Lamina orbitonasalis (Planum supraseptale) verbunden. In älteren Embryonen sind auch diese Verbindungsbrücken verschwunden.

Der Processus tectalis ist bei der *Ente* nicht so stark entwickelt als bei *Gallus*.

Aus den wenigen Praeparaten des *Stars* meiner Sammlung schliesse ich, dass hier die Anlage und Entwickelung des Nasenskelettes in ungefähr derselben Weise vor sich geht. Die Seitenteile werden auch beim *Star* selbständig angelegt (Fig. 31, *n s*).

Litteratur-Uebersicht.

In mancher Hinsicht bin ich zu anderen Resultaten gekommen in Bezüg auf die Entwickelung der Ethmoidalregion der *Vögel* als die früheren Untersucher: Suschkin (1899), T. J. Parker (1882), Tonkoff (1900), unsw.

Die Laminae orbitonasales spielen, wie erwähnt, eine grosse Rolle in der Entwickelung des Nasenskelettes. In einem bestimmten Sta-

dium haben dieselben eine grosse Ausdehnung erreicht, doch bilden sie sich später zurück und bleiben nur als kleine, dem oberen Rande des Septums aufsitzende Plättchen, das Planum supraseptale, zurück. Dieses Planum supraseptale erwähnt auch Tonkoff im ausgebildeten *Hühner*-Chondrocranium: „An der Stelle der höchsten Erhebung sitzen dem Septum noch zwei kleine Knorpelplättchen auf, die den Kanal der Lobi olfactorii seitlich begrenzen. Auf jüngeren Stadien sind sie ausgedehnter." Der Herkunft dieser Knorpelplättchen erwähnt Tonkoff nicht, doch vermutet schon Gaupp (Handbuch von Hertwig), dass dieselben in früheren Stadien mit anderen Skelettelementen in Verbindung stehen, nämlich mit der „vorderen Supraorbitalplatte" von Suschkin. Gaupp sagt: „Auf Serien von jüngeren Gallusembryonen finde ich viel ausgedehntere supraseptale Knorpelpartien, als Tonkoff's Model zeigt, aber weiter vorn". Das letztere stimmt mit meinem Befund, dass die Laminae orbitonasalis in jüngeren Stadien eine viel grössere Ausdehnung haben als die späteren supraseptalen Knorpelplatten.

An derselben Stelle, wo diese supraseptale Gebilde beim *Huhn* sich befinden, beschreibt Suschkin bei *Tinnunculus* das *Orbitosphenoid*. Im VI. Stadium der Entwickelung erwähnt dieser Autor die selbständige Anlage des knorpeligen Orbitosphenoids, welches später mit dem Hinterrande des Septum interorbitale oberhalb des N. opticus zusammenwächst. Diese Gebilde gestalten sich als sehr kleine Knorpelplättchen, welche später selbständige Knochenkerne bekommen.

Den Namen „Orbitosphenoid" begegnen wir vielfach in der Litteratur. T. J. Parker (1892) beschreibt sehr grosse Orbitosphenoidea, welche im „Stadium D" hinten mit den Alisphenoidea verschmelzen, mit ihrem Vorderrande den N. olfactorius und mit ihrem Hinterrande den N. opticus umgeben. Später werden dieselben zu viel kleineren Gebilden reduciert, welche kleine Knorpelbrückchen über den N. opticus bilden.

Auch bei *Hatteria* erwähnt Schauinsland (1900) eine ausgedehnte Verknorpelung der Schädelseitenwand in der orbitalen Region. Das Orbitosphenoid sitzt dem Hinterende der Trabekel bezw. des Interorbitalseptums auf. Das Foramen N. optici ist dorsalwärts geschlossen durch einen das Orbitosphenoid mit dem Alisphenoid verbindenden Knorpelstreifen.

Als ein Homologon des Parker'schen „Orbitosphenoidal cartilage" erwähnt Gaupp (1900) bei *Lacerta* ein Solum supraseptale, welches eine dem oberen Rande des Septum interorbitale aufsitzende Platte darstellt und sich an der Bildung des grossen Knorpelgerüstes der Schädelseitenwand beteiligt. Hinterwärts ist das Solum supra-

septale, mittels einer Taenia marginalis mit der Ohrkapsel verbunden. Bei den *Crocodilen* und *Schildkröten* bestehen grosse Orbitosphenoidea, welche sich mit den Alisphenoidea, wie bei *Hatteria*, vereinigen und in dieser Weise einen Supraorbitalstreifen bilden.

Wir sehen also, dass bei den meisten *Reptilien* und *Vögeln* eine Verbindung zustandekommt zwischen einem Element der Orbital- und einem solchen der Sphenoidalregion. Dies ist auch der Fall bei den *Selachiern*, wo Prof. van Wijhe einen Orbitalrahmen erwähnt, welcher durch die Vereinigung der Lamina orbitonasalis mit der Cartilago postorbitalis zustandekommt. Bei den von mir untersuchten Vögeln findet die Verbindung der Lamina orbitonasalis und der Cartilago postorbitalis nicht mehr statt, selbst sind die Laminae orbitonasales im ausgebildeten Chondrocranium noch viel mehr reduciert. Meines Erachtens sind die Orbitosphenoidea bei *Apteryx*, bei *Tinnunculus* und bei den *Reptilien* mit den Laminae orbitonasales, welche ich bei *Gallus* und *Anas* beschrieben habe und welche sich später zu dem Planum supraseptale des ausgebildeten Chondrocraniums reducieren (= Planum supraseptale von Tonkoff) zu homologisieren. Infolge dessen ist wahrscheinlich der supraorbitale Streifen der *Fische* und *Crocodile* der vorübergehenden Verbindung der ethmoidalen Region mit dem „Alisphenoid" der Vögel ähnlich. Nur muss ich hier nochmals betonen, dass diese knorpelige Verbindung bei den von mir untersuchten Vögeln nicht mehr zustandekommt. Gaupp homologisiert seine Taenia marginalis mit der vorübergehenden Verbindung zwischen dem „Alisphenoid" und der „Supraorbitalplatte" von Suschkin.

Suschkin erwähnt nämlich die Anlage einer Supraorbitalplatte unabhängig von der selbständigen Orbitosphenoidalplatte. Auf Seite 125 sagt Suschkin: „In Zusammenhang mit der Intertrabecula und nämlich mit ihrem interorbitalen Teil, entwickelt sich die temporäre knorpelige Platte, welche die laterale Wand des praehypophysalen Abschnitts der Schädelkapsel bildet". Im „II. Stadium" hat die Platte eine ziemlich grosse Ausdehnung erreicht und ist durch verdichtetes Bindegewebe mit dem Alisphenoid verbunden. Der N. olfactorius tritt durch die Wurzel der Supraorbitalplatte hindurch. Später wird der mittlere Teil dieser Platte resorbiert, der hintere Abschnitt stellt einen Ansatz des vorderen Randes des Alisphenoids dar, während der obere Rand des vorderen Teils an der dorsalen Fläche der Wurzeln der N.n. olfactorii mit der „Crista Galli" zusammenwächst und desselben unterer Rand sich mit dem Septum interorbitale verbindet. Dieser untere Teil obliteriert, so dass der N. olfactorius nicht mehr an seiner lateralen, sondern nur an seiner dorsalen Fläche von der Supraorbitalplatte begrenzt wird.

Dieser letztere, die N. olfactorii überbrückende Teil bildet den Proc. tegmentalis. Die Supraorbitalplatte steht in keinem Zusammenhang mit dem Orbitosphenoid oder mit den Trabekeln. Nach Suschkin bilden die Alisphenoid- und Sapraorbitalplatte zusammen die Schädelseitenwand und sind dem Supraorbitalstreifen der *Fische* homolog: „Doch muss man bemerken, dass die Entstehung des vorderen Teils des supraorbitalen Streifens der Fische einstweilen nicht für festgestellt gelten darf, und dieser Theil eher als in Verbindung mit den Trabekeln stehend anerkennt wird" (l. c. p. 126).

Aus der Vergleichung dieser Entwickelung der Supraorbitalplatte mit derjenigen meiner Lamina orbitonasalis ergiebt sich, dass diese beiden Gebilde grosse Aehnlichkeit zeigen. Auch von der Lamina orbitonasalis atrophiert der an der lateralen Fläche des N. olfactorius gelagerte Teil, nur bleibt der hintere Teil bei *Gallus* und bei *Anas* nicht in Verbindung mit dem Alisphenoid, sondern bildet das Planum supraseptale. Suschkin dagegen fasst dieses letztere Gebilde, sein „Orbitosphenoid", als eine selbständige Knorpelanlage auf.

Während Suschkin erwähnt, dass bei *Tinnunculus* das Dach von hinten nach vorn sich entwickelt, habe ich dagegen gezeigt, dass dasselbe beim *Huhn* und bei der *Ente* ohne Zweifel von vorn nach hinten über die Eintrittsöffnungen der N.n. olfactorii sich anlegt.

Weiter haben alle früheren Untersucher der Entwickelung des *Vogel*-Craniums betont, dass die Seitenteile des Nasenskelettes vom Dache aus angelegt werden, z. B. Born (1879) für das *Huhn* und Suschkin (1899) für *Tinnunculus*. Die Verknorpelung sollte vom Dache aus lateralwärts auf die Seitenwand übergehen. Auch Gaupp (Handbuch von Hertwig) ist dieser Meinung zugethan. Dagegen kann ich bestimmt constatieren, dass bei allen drei von mir untersuchten Vögeln in der Seitenwand eine ganz und gar selbständige Knorpelanlage erscheint, nämlich am Orte der späteren Concha superior. Dieses stimmt mit dem Befund von Noordenbos bei den *Säugern*.

Meine Beschreibung des ausgebildeten knorpeligen Nasenlabyrinths stimmt mit derjenigen von Born (1879) und von Gaupp (Handbuch-Hertwig). Im „Hauptteil" erwähnt auch Gaupp eine Concha superior und eine Concha inferior. Suschkin nimmt bei *Tinnunculus* am Uebergang des Tectum Nasi in die „mittlere Muschel" noch eine dritte „obere Muschel" an. Mit Bezug auf diese mittlere Muschel sagt Gaupp (l. c. p. 808 im Handbuch von Hertwig): „Suschkin nennt unbegreiflicherweise die ganze

Seitenwand „mittlere Muschel". Gegenbaur und Born haben die Concha inferior der *Vögel* mit der Concha der *Reptilien* homologisiert.

Das Planum antorbitale entsteht beim *Huhn* und bei der *Ente* in Zusammenhang mit der Nasen-Seitenwand. Dieses Gebilde wird von Suschkin Praefrontale genannt und hat bei *Tinnunculus* einen zweigliederigen Ursprung, nämlich sowohl von der Trabecula als von der Intertrabecula aus. Suschkin sagt (l. c. p. 128): „Fast das ganze Skelet des Nasenlabyrinths entsteht in Zusammenhang mit den Seiten des oberen Randes der Intertrabecula, und die Trabeculae Cranii betheiligen sich nur an der Bildung des Praefrontale". Der obere Teil des Praefrontale gestaltet sich anfangs als ein Ausläufer des oberen Abschnitts des Hinterrandes der „mittleren Muschel", der untere Teil wächst lateralwärts von der Trabecula aus. Diese beiden Teile vereinigen sich im zweiten Stadium.

Meine Auffassung des Planum antorbitale (welcher Namen auch von Gaupp vorgezogen wird) als ein einheitliches Gebilde, welches in Zusammenhang mit der Seitenwand entsteht und nicht mit dem Septum interorbitale zusammenwächst, steht also nicht mit der Angabe Suschkin's in Einklang (l. c. p. 128): „Also ist das Praefrontale ein zusammengesetztes Gebilde, welches durch Verschmelzung von Derivaten der Trabecula und der Intertrabecula entstanden ist". Nach Suschkin verschmilzt der mediale Rand des Praefrontale nachher mit dem Septum interorbitale.

Ein Planum antorbitale ist auch bei den *Reptilien* bekannt.

Das Visceralskelett.

Erster Visceral- oder Kieferbogen.

Während der Kieferbogen in den späteren Stadien aus zwei selbständigen Knorpelstücken besteht, lässt derselbe zur Zeit seiner ersten Anlage bei der *Ente* drei von einander unabhängige Knorpelelemente unterscheiden, von denen die beiden distalen Stücke zu dem einheitlichen Meckelschen Knorpel zusammenfliessen.

Bei *Anas*-Embryonen von $12\frac{1}{2}$ und 13 m.m. erscheint ein noch nicht deutlich blau gefärbtes Stäbchen, welches bei einem Exemplar von $12\frac{1}{2}$ m.m. schon deutlich aus zwei hintereinander gelagerten Teilen besteht. In einem 13 m.m. langen Embryo finde ich nur das meist proximale Stück, welches augenscheinlich am frühesten angelegt wird. Die Unabhängigkeit dieser beiden Teile ist sehr deutlich, wenn sie bei 13—14 m.m. langen Embryonen eine deutlich blaue Farbe bekommen haben und demzufolge in das knorpelige Stadium übergegangen sind (Fig. 7, *m k*). An der dorsalen Seite des hinteren Endes des zusammen mit dem distalen Stäbchen die Anlage der

Cartilago Meckelii bildenden proximalen Stäbchens hat sich bei den Embryonen dieses Stadiums ein selbständiges, rundes Knorpelstückchen angelegt, welches als die Anlage des *Quadratums* zu betrachten ist (Fig. 7, *q*).

Es ergiebt sich also, dass die Cartilago Meckelii bei der *Ente* aus zwei von einander unabhängigen Skelettelementen entsteht. Vergleichen wir die Anlage mit der Entwickelung dieses Visceralbogens bei *Gallus* so bemerken wir, dass die Selbständigkeit der beiden Componenten des Meckelschen Knorpels beim letztgenannten Tier nicht hervortritt. Beim *Huhn* haben wir schon vielmals gesehen, dass infolge des beschleunigten Entwickelungsganges zwei bei der *Ente* selbständig sich anlegende Skelettelemente beim *Hühnchen* schon zur Zeit ihrer knorpeligen Anlage zusammengewachsen sind.

Bei einigen *Hühnchen*embryonen von 10 und bei mehreren von 11 m.m. sehen wir ein rundes Knorpelstückchen als erste Anlage des *Quadratum* (Fig. 32, *q*). Bei 12 m.m. langen Embryonen zeigt sich ausser dieser Anlage noch eine zweite in der Gestalt eines kurzen Knorpelstäbchens. Bei etwas älteren Embryonen ist das proximale Ende dieses, als die Anlage des *Meckelschen Knorpels* erscheinenden, Stäbchens ein weinig verdickt (Fig. 32, *m k*). Dasselbe befindet sich an derselben Stelle wie der proximale Teil des Meckelschen Knorpels bei der *Ente*. Bei weiterer Entwickelung wächst das Stäbchen beim *Huhn* rostralwärts und verlängert sich, ohne dass hier irgendwelche Trennung in zwei unabhänhigen Teilen zu bemerken ist (Fig. 32, 14, *mk*).

Bei *Ente*nembryonen von etwa 14 m.m. haben die beiden Teile des Meckelschen Knorpels sich zu einem einheitlichen Knorpelstab vereinigt, welcher an dessen Hinterende verdickt ist und rostralwärts spitz zuläuft (Fig. 11, *mk*). Bei wenigen 15 m.m. langen Embryonen ist noch die Trennung in zwei Teilen angedeutet. Der vordere Abschnitt des Meckelschen Knorpels ist dorsal- und medialwärts umgebogen.

Das sich anfangs sowohl beim *Huhn* als bei der *Ente* als ein rundes Knorpelstückchen gestaltende Quadratum entsendet jetzt einen dorsalen Ausläufer in der Gestalt eines kurzen Flügels, welcher die Anlage des *Processus oticus Quadrati* bildet (Fig. 32, 11, *pot*). Bei 13 m.m. langen *Hühner*embryonen erscheint ein zweiter, kürzerer Ausläufer am dorsalen Rande des Quadratums, welcher mehr medial- und rostralwärts gerichtet ist und den *Processus orbitalis* bildet (Figg. 32, 11, 14, *por*). Das Quadratum besteht also in diesem Stadium aus einem Corpus mit zwei dorsalen Flügelchen; das ganze Gebilde ist jetzt in einer annähernd frontalen Ebene gelagert.

Bei 16 m.m. langen *Enten*embryonen und 15—16 m.m. langen *Hühner*embryonen hat sich das Quadratum ein wenig in der Richtung der sagittalen Ebene gedreht. Der Processus oticus ist ein wenig gekrümmt und strebt der Ohrkapsel zu, der Processus orbitalis ist kürzer und noch ein wenig medialwärts gerichtet. Beide Fortsätze endigen ganz frei (Fig. 11, 8, 14, 19, *q*). Der ventrale Teil ist am Ende abgerundet und verlängert sich immer mehr zu einem *Processus articularis*. Das Quadratum gestaltet sich in dieser Weise immer schlanker und gleicht einem dreistrahligen Sterne (Figg. 40, 24, 19, *q*).

Der Meckelsche Knorpel hat sich S-förmig gekrümmt. Sein caudales Ende, welches die Anlage der Gelenkfläche mit dem Quadratum bildet, ist verdickt und bekommt bei 15—16 m.m. langen *Gallus-* und *Anas*-Embryonen schon zwei Fortsätze, von denen der *Processus retroarticularis* (Figg. 19, 40, *pra*) caudalwärts, der *Processus angularis medialis* medialwärts gerichtet ist. Im Laufe der Entwickelung wächst der ersterwähnte Ausläufer zu einem langen, beim *Huhn* sehr dünnen (Fig. 24, *pra*), bei der *Ente* dagegen plattenförmigen Ansatz (Fig. 41, *pra*) des Gelenkteils des Meckelschen Knorpels aus. Der Processus angularis medialis krümmt sich ein wenig dorsalwärts, die dorsale Fläche des hinteren Endes der Cartilago Meckelii verbreitert sich und bildet sich zu einer dem Gelenkkopf des Quadratums entsprechenden Gelenkfläche um. Bei 20 m.m. langen Embryonen haben die Cartilagines Meckelii sich als gerade, dicke Stäbe gestaltet, deren vordere Enden sich sehr nahe an einander angelegt haben, doch niemals knorpelig zusammenfliessen. Auch bei 26—27 m.m. langen Embryonen zeigen die Methylenblau-Praeparate noch eine sehr enge Spalte zwischen denselben, welche in den Schnittserien von verdicktetem Bindegewebe angefüllt erscheint.

Bei 20 m.m. langen und älteren Embryonen hat sich auf der Mitte der Gelenkfläche des Meckelschen Knorpels ein sagittaler Kamm gebildet und in Uebereinstimmung mit diesem Kamm hat der Gelenkkopf des Quadratums eine Grube bekommen. In dieser Weise ist eine Art Charniergelenk entstanden.

An der hinteren Fläche des Gelenkfortsatzes des Quadratums sehen wir bei Embryonen dieses Stadiums, ein wenig mehr dorsalwärts als die Gelenkfläche, einen kurzen, stumpfen, caudalwärts gerichteten Ausläufer, welcher beim *Huhn* sich als ein gerades, bei der Ente dagegen als ein hakenförmig umgebogenes Stäbchen gestaltet.

Inzwischen hat sich der Processus oticus Quadrati der Ohrkapsel sehr hart genähert (Figg. 19, 24, *q*, *ca*). Wie ich schon bei der Entwickelung der Cartilago postorbitalis erwähnt habe, erscheint bei

der *Ente* an dem vorderen Relief der Ampulla des Canalis semicircularis superior und beim *Huhn* an demjenigen des lateralen Kanals ein kleiner Ansatz (Fig. 23), dessen freies Ende sich beim *Huhn* schon ziemlich früh und bei der *Ente* in den späteren Stadien der Entwickelung des Chondocraniums mit dem Processus posterior Cartilaginis postorbitalis (Fig. 23 *pr p*) verbindet.

Bei *Gallus*-Embryonen von 23 m.m. legt sich die Gelenkfläche des Processus oticus Quadrati an die ventrale Fläche des obenerwähnten Ausläufers der Ohrkapsel. Bei *Anas* articuliert das Quadratum mehr caudalwärts mit der Basis des Ausläufers und mit dem vorderen Umfang der Ohrkapsel, erreicht selbst den freien vorderen Rand der Cartilago metotica.

Aus den Schnittserien erhellt, dass der Processus oticus Quadrati ausser dieser medialen Gelenkfläche noch eine zweite, laterale hat, mittels der derselbe mit der medialen Fläche des unteren Teils des Squamosums articuliert, wie auch Suschkin und T. J. Parker beschrieben haben.

Die obenerwähnte Entwickelung des Kieferbogens finde ich in ebenderselben Weise beim *Star* zurück. Bei diesem Vogel habe ich keine zweigliederige Anlage des Meckelschen Knorpels beobachtet.

Litteratur-Uebersicht des Kieferbogens.

Das Quadratum, Palatoquadratum der niedrigeren Tiere, vermittelt die Verbindung des Kieferbogens mit dem Schädel. Bei den *Säugern* hat dasselbe sich zu einem Gehörknörpelchen, dem *Incus*, umgewandelt, während der proximale Teil des Meckelschen Knorpels als *Malleus* zurückzufinden ist. Diese Thatsache ist überzeugend von den Untersuchern der Entwickelung des Säugetier-Schädels bewiesen (Broman 1899, Noordenbos 1904). Sehr augenfällig ist die grosse Uebereinstimmung sowohl in der ersten Anlage als in der Entwickelung des Quadratums der *Vögel* und des Incus der *Säuger*. Nach Beobachtung der Methylenblaupraeparate kann an der Homologie dieser beiden Elemente nicht mehr gezweifelt werden.

Die einzige Verbindung des Kieferbogens mit dem Schädel geschieht durch das Gelenk zwischen dem Processus oticus Quadrati und der Ohrkapsel, ist also eine *autostylische* (Suschkin). Auch mit den anderen Visceralbögen steht der Kieferbogen nicht in Zusammenhang.

Suschkin (1899) erwähnt, dass der Processus orbitalis früher als der Processus oticus entsteht, sich aber später zurückbildet. Diese Reduction findet scheinbar in einem vorknorpeligen Stadium statt. Bei den von mir untersuchten Vögeln gelangt zuerst der Processus oticus zur knorpeligen Anlage (Fig. 32) und ein wenig später

der anfangs medialwärts gerichtete Processus orbitalis. Wie ich schon erwähnt habe, dreht sich das Quadratum in den späteren Stadien der Sagittalebene zu und zugleich findet eine geringe Drehung um eine quere Achse statt, wie auch Suschkin erwähnt. Von einer Reduction des knorpeligen Proc. orbitalis habe ich keine Spur gefunden, derselbe ist vom Anfang an kleiner als der Proc. oticus (Figg. 32, 11, 19, 40, *por*, *pot*) und ist mit dem Processus pterygoideus des Palatoquadratums der *Reptilien* und dem langen Processus palatinus der Knorpel-Fische zu homologisieren.

Ein bei den *Reptilien* als Epipterygoid (Howes und Swinnerton 1900) oder Antipterygoid oder Columella (Gaupp 1900) bekannter Ausläufer, welcher dem Processus ascendens der *Amphibien* gleichgestellt wird, fehlt ganz bei den *Vögeln*. Doch erwähnt D. Filatoff (1906) ein derartiges Gebilde bei der *Taube* im Stadium des Vorknorpelgewebes. Die Columella sollte ohne jegliche scharfe Grenze in die Trabecula übergehen; später werde dieser Ausläufer unterbrochen, das untere Ende bilde sich zurück, „das obere Ende aber bleibt in Verbindung mit der Trabecula und nimmt Anteil an der Verengerung der Oeffnung für die A. carotis" (l. c. p. 632). Ueber diese letztere Auffassung habe ich schon das Meinige gesagt, nur will ich hier noch erwähnen, dass diese Verbindung zwischen dem Quadratum und der Trabecula bei den von mir untersuchten Vögeln nicht besteht.

Im Gegensatz zu dem Befund von Noordenbos bei den *Säugetieren* kann ich den schon von Prof. Van Wijhe bei den *Vögeln* und bei *Acanthias* gemachten Befund bestätigen, dass nämlich der Meckelsche Knorpel aus zwei Teilen entsteht (Fig. 7, *mk*). Beim *Huhn* habe ich dieses nicht constatieren können, wie auch Prof. Van Wijhe bei dem, dem *Acanthias* nahe verwandten, *Pristiurus* nur eine Andeutung der zweigliederigen Anlage beobachten konnte. In den späteren Stadien des Knorpelschädels und bei dem knöchernen Schädel kommt diese Anlage des Unterkiefers nicht mehr zu Tage. Doch haben Reiss (1890) und Jaekel (1899) gefunden, dass bei den palaeozoischen *Acanthodiern* der Unterkiefer jederseits aus zwei primären Knochenstücken bestand.

Die Teile des Kieferbogens und auch, wie ich noch zeigen werde, der übrigen Visceralbögen legen sich also unabhängig von einander und vom Schädel an, wie Prof. Van Wijhe für die *Selachier* gezeigt hat.

Die Angaben der älteren Untersucher des *Vogel*-Visceralskelettes die Visceralbögen sollten sich secundär zergliedern, ist wohl eine Folge der fehlerhaften Deutung der Gewebe. Gaupp (1900) bildet auch das ganze Zungenbein von *Lacerta* als ein einheitliches Knor-

pelgebilde ab. Howes und Swinnerton (1900) fassen den Kieferbogen von *Hatteria* in einem bestimmten Stadium als ein einheitliches Knorpelstück auf, ganz wie z. B. Stöhr (1879) bei den *Urodelen*.

Zweiter und dritter Visceralbogen. Die Columella auris und das Zungenbein.

In der Entwickelung des eigentlichen Zungenbeins zeigen das *Hühnchen* und die *Ente* keinen grossen Unterschied.

Das erste Knorpelgewebe entwickelt sich als ein selbständiger, runder Knorpelkern in der *ersten Copula*, nämlich bei *Ente*nembryonen von 14—15½ m.m. und bei *Hühner*embryonen von 13—13½ m.m. (Fig. 8, 32, *Cop I*). Diese schwach blau gefärbte Copula I liegt in der Zunge, annähernd in einer durch die Hinterenden der Meckelschen Knorpel gedachten Querebene (Fig. 8, *Cop I*). Während die Copula sich deutlicher gefärbt und vergrössert hat, sehen wir bei 14 m.m. langen *Hühner*embryonen ein paariges, ein wenig gebogenes Knorpelstäbchen sich anlegen, dessen Hinterenden divergieren und dessen Vorderenden sich in der Nähe der Hinterfläche der I. Copula befinden. Dieses paarige Element bildet die Anlage eines Abschnittes des dritten Visceralbogens: des *Ceratobranchiale* (Fig. 32, *cer b*). Bei 15 m.m. langen *Gallus*-Embryonen erscheint hinter der obenerwähnten Copula, auch in der Medianlinie, ein zweites, unpaares Knorpelelement in der Gestalt eines kleinen, jetzt noch sehr dünnen Knorpelstäbchens; dasselbe bildet die *zweite Copula* (Fig. 32, 34, *Cop II*). Etwa zurselben Zeit entsteht hinter den Hinterenden der Ceratobranchialia noch ein paariges Stäbchen, das *Epibranchiale*, welches auch zum 3. Visceralbogen gehört (Fig. 34, *eb*).

Bei der *Ente* geht die Entwickelung ebenso vor sich.

In dieser Weise besteht das Zungenbein eines *Gallus*-Embryo's von 15 m.m. und eines *Anas*-Embryo's von 16—17 m.m. aus zwei unpaaren und zwei paarigen Elementen, von denen die letzteren zum dritten Visceralbogen gehören (Fig. 34). Die freien, rostralen Enden der Ceratobranchialia befinden sich zu beiden Seiten der Grenze zwischen der I. und II. Copula. Diese vier Elemente sind in diesem Stadium, genau wie zur Zeit ihrer Anlage, selbständig. Schaut man das Zungenbein jetzt von der Seite an, so erscheint dasselbe in einer von vorn- oben nach hinten- unten gerichteten Ebene: die I. Copula ist über dem Niveau der Meckelschen Knorpel, das Epibranchiale unter demselben gelagert (Figg. 8, 41, *Cop I*, *eb*; Fig. 14, *zb*).

Die II. Copula läuft an ihrem Hinterende spitz zu, während die

I. Copula sich breit und voluminös gestaltet und mit dem rostralen Ende der II. Copula zu einem einheitlichen medianen Knorpelstab zusammenwächst (Fig. 36, 37, *Cop I*, *Cop II*). Die Cerato- und Epibranchialia verlängern sich sehr; die ersteren gliedern sich an dem oben erwähnten medianen Teil des Zungenbeins auf der Grenze der früheren I. und II. Copula an (Fig. 36, *Cer b*). Das Epibranchiale verwächst beim *Huhn*, beim *Star*, beim *Sperling* und auch meistenfalls bei der *Ente* nicht knorpelig mit dem Ceratobranchiale; hier haben wir nur mit einer Gelenkverbindung zu thun. Nur muss ich hinzufügen, dass ich bei Entenembryonen von 19 m.m. im Gegenteil eine wirkliche knorpelige Verbindung zwischen diesen beiden Componenten des III. Visceralbogens beobachtet habe. In den späteren Stadien hat sich dieselbe gelöst und sind die beiden Teile wieder von einander getrennt (Fig. 23, *cerb*, *eb*).

Das caudale Ende des Epibranchiale wächst sehr weit caudalwärts, krümmt sich dorsalwärts und ragt im ausgebildeten Chondrocranium der *Vögel* bis in die Nähe der ventralen Fläche der Gehörkapsel, am Orte wo der Hinterrand der Cartilago metotica sich mit der Ohrkapsel verbindet; das Epibranchiale wächst jedoch niemals mit der Ohrkapsel knorpelig zusammen.

Die II. Copula ist beim *Huhn* dünner und schlanker als bei der *Ente*.

In den späteren Stadien der Entwickelung entsteht noch ein anderes Element des Zungenbeins, welches auf einen Teil des II. Visceral- oder Hyoidbogens zurückzuführen ist. Bei *Hühner*embryonen von $19\frac{1}{2}$ und 20 m.m. sehen wir vor dem caudalen Ende der I. Copula eine paarige, fast dreieckige Knorpelanlage. Dasselbe bildet die Anlage der späteren *Cartilago entoglossa* und muss als das paarige *Ceratohyale* gedeutet werden (Fig. 37, *cer h*). Die Vorderenden der Ceratohyalia verlängern sich ventral- und caudalwärts vor der I. Copula und ihre medialen Seiten wachsen hier knorpelig zusammen. Die Hinterenden ragen ein wenig dorsalwärts zu beiden Seiten der I. Copula, mit welcher die Ceratohyalia nicht in eine knorpelige Verbindung treten. Das knorpelige Entoglossum hat jetzt beim *Huhn* die Gestalt einer Pfeilspitze.

Bei der *Ente* legen die Ceratohyalia sich als parallele Knorpelstäbchen vor dem Vorderende der I. Copula an. Die hinteren Enden der Ceratohyalia divergieren hier nicht (Fig. 36, *cer h*). Die medialen, einander zugekehrten Seiten wachsen nur im rostralen Abschnitte zusammen, weiter hinten haben sie sich nur aneinander gefügt.

Wir sehen also, dass auch die Elemente des 2 und 3. Visceralbogens, von welchem letzteren ich noch den Hauptteil (die Columella Auris) erwähnen werde, sich unabhängig von einander anlegen,

wie auch Prof. van Wijhe mit der Methylenblau-Methode für die *Selachier* gezeigt hat. Gaupp (1900) und Kallius (1901) deuten die Trennung des Zungenbeins in seine einzelnen Elemente als einen secundären Vorgang. Bei den *Vögeln* bleiben die einzelnen Elemente des Zungenbeins unabhängig von einander: sie sind durch Gelenke mit einander verbunden. Nur die Ceratohyalia und auch die beiden Copulae verwachsen knorpelig mit einander.

Von den übrigen Visceralbögen habe ich bei den *Vögeln* (wie auch Suschkin) keine Spur gefunden. Bei *Lacerta* besteht noch ein Cornu branchiale II; auch bei den *Amphibien* hat Stöhr, und bei *Necturus* hat Huxley am 3. Visceralbogen noch Ansätze, welche zum 4. und 5. Bogen gehören, gefunden.

Auf das Ceratohyale komme ich noch näher zurück.

Die Columella Auris.

Allgemein unterscheidet man in der Litteratur an der Columella Auris zwei Teile: die eigentliche *Columella* oder den *Stapes* und die *Extracolumella*. Doch hat C. K. Hoffman (1889) eine Unterscheidung gemacht in Otostapes und Hyostapes, welche Namen ich wegen des einheitlichen hyalen Ursprungs der Columella der Vögel zurückweise. Versluys (1903) hat auch für die *Reptilien* gezeigt, dass diese Namen keine genetischen Beziehungen ausdrücken. Ich will somit bei der Beschreibung der Entwickelung der *Vogel*-Columella die älteren Namen benutzen.

Der Stapes besitzt eine *Fussplatte* (*Basis*) und einen *Stiel*, von denen die Fussplatte von den meisten Untersuchern (z. B. Parker und Suschkin) auf einen Teil der knorpeligen Wand der Gehörkapsel zurückgeführt wird; die Extracolumella dagegen wird allgemein als ein Teil des Hyoidbogens aufgefasst. Mit der Extracolumella ist noch ein Element des 2. Visceralbogens, das *Stylohyale*, verwachsen. Der meist ventrale Abschnitt dieses Visceralbogens beteiligt sich als Entoglossum an der Bildung des Zungenbeins. Das Stylohyale und das Ceratohyale sind bei den Vögeln sehr weit von einander entfernt und weder durch Knorpel- noch durch Bindegewebe verbunden. Gadow (1888) hat in den jungen Stadien der *Reptilien* zwischen der Extracolumella und dem Ceratohyale einen dünnen bindegewebigen Verbindungsstrang beobachtet; durch diesen Befund ist der Beweis geliefert, dass die Extracolumella einen Teil des Hyoidbogens darstellt. Gadow ignoriert das Stylohyale.

Bei den niedrigeren Tieren ist der 2. Visceralbogen weniger compliziert. Sewertzoff beschreibt bei den *Selachiern* ein Hyomandibulare und ein Hyoid, Prof. Van Wijhe erwähnt auch ein Hyomandibulare, ein Hyale und fügt noch eine Hyocopula hinzu.

Jetzt will ich die Entwickelung der ganzen Columella Auris mit seinen Ansätzen bei der *Ente* und beim *Huhn* beschreiben. Hauptsächlich liegen auch dieser Untersuchung die Methylenblau-Praeparate zu Grunde, doch musste iche viele Einzelheiten an den Schnittserien verfolgen.

Zur Zeit, wenn die Pars cochlearis und die Pars canalicularis der knorpeligen Ohrkapel noch durch eine breite, knorpelfreie Zone von einander getrennt sind, entsteht bei 16 m.m. langen *Enten*embryonen in dieser Zone an der ventralen Fläche der häutigen Ohrkapsel ein kleines, gerades, selbständiges Knorpelstückchen, dessen proximales Ende gegen die ventrale Fläche der Gehörkapsel und dessen distales Ende ventral- und ein wenig rostralwärts gerichtet ist. Dasselbe bildet die Anlage des proximalen Abschnittes des Hyoidbogens, des *Stapes* oder der eigentlichen *Columella* (Fig. 19, *col*). Das Stäbchen hat anfangs überall eine gleichmässige Dicke und ist ganz und gar unabhangig von der knorpeligen Gehörkapsel, mit welcher dasselbe auch in den späteren Stadien niemals in eine knorpelige Verbindung tritt. Bald nach seiner ersten Anlage schwillt das proximale Ende zu einem Knöpfchen an, sodass man jetzt schon einigermassen eine Basis und einen Stiel unterscheiden kann. Die Stapes-Anlage ist also vom Anfang an ein einheitliches Gebilde und die Fussplatte kann nicht als ein Abgliederungsprodukt der knorpeligen Gehörkapsel gedeutet werden.

Später verbinden sich die beiden Teile der Gehörkapsel, doch bleibt in der Umgebung des proximalen Endes des Stapes eine knorpelfreie Lücke in der Gehörkapsel-Wand übrig, welche Lücke sich zu einem ovalen, annähernd runden Fenster einengt, dessen Rand durch eine enge kreisförmige Spalte von der Fussplatte des Stapes getrennt bleibt (Fig. 23, 24, *fo*). In dieser Weise ist das *ovale Fenster* gebildet, in welches die Fussplatte des Steigbügels, ohne mit der knorpeligen Wand der Gehörkapsel in Verbindung zu treten, inserriert.

Bei 17—18 m.m. langen *Enten*embryonen hat sich auch das distale Ende verdickt; unter und ganz unabhängig von diesem Ende sehen wir ein neues, schwach gefärbtes Knorpelstückchen, welches mit seinem ventralen Ende bis hinter das Gelenk zwischen dem Meckelschen Knorpel und dem Quadratum ragt. Sein dorsales Ende befindet sich in der Nähe des distalen Endes der Columella, doch ist von demselben unabhängig (Fig. A). Dieses selbständige Knorpelelement muss als das *Stylohyale* gedeutet werden, welches auch von Suschkin und allen früheren Autoren als ein Teil des Hyoidbogens aufgefasst wird. W. K. Parker (1883) nennt dasselbe bei den *Crocodilen* das Epihyale, Versluys (1903) bei den *Lacertiliern* das

Cornu hyale, welches anfangs mit der Extracolumella verschmolzen ist, später sich von derselben abgliedert. Bei den *Teleostiern* gliedert das Stylohyale sich nach Stöhr (1882) vom Ceratohyale ab und wächst später mit dem Hyomandibulare zusammen. Bei den *Selachiern* bleiben die beiden Knorpelstücke zu einem einheitlichen Stab vereinigt: dem Hyale (Sewertzoff 1904, van Wijhe 1905). Bei der Ente dagegen legt sich das Stylohyale selbständig an und verbindet sich später mittels eines sehr dünnen Knorpelstranges, welches von dem distalen Ende des Columella abgeht, mit der Columella. Bei $18\frac{1}{2}$—19 m.m. langen Entenembryonen erscheint in dieser Weise das Stylohyale als ein Ansatz des Stieles der Columella, oder besser der Extracolumella, denn der kleine sich mit dem Stylohyale verbindende Ausläufer des distalen Endes der Columella bildet den *Processus infrastapedialis* (*infracolumellaris*) und gehört zur Extracolumella. Ausser dem Processus infrastapedialis besitzt das distale Ende der Columella in diesem Stadium noch einen lateralwärts gerichteten kurzen Ausläufer, welcher mit seinem freien, spitzen Ende an der Innenfläche des Trommelfells inserriert: den *Processus extrastapedialis* (*extracolumellaris*). Ein dritter Ausläufer ragt mehr caudalwärts, ein wenig dorsalwärts und wendet sich auch dem Trommelfell zu; derselbe ist der *Processus suprastapedialis* (*supracolumellaris*). Das Obenerwähnte kann man bei *Anas*embryonen von etwa 20 m.m. schon deutlich sehen und dieser Zustand dauert bis an den Höhepunkt der Entwickelung des Chondrocraniums fort.

Das ganze Gebilde der Extracolumella ist so klein und die Fortsätze lassen sich so schwach färben, dass ich die Einzelheiten seiner Gestalt an den Methylenblaupraeparaten nicht genau studieren konnte. An den Schnittserien habe ich noch Folgendes beobachtet. Das etwas verbreiterte Ende des Stiels der Columella, welches von den Bases der drei Fortsätze der Extracolumella gebildet wird, erscheint in den Methylenblaupraeparaten als ein anscheinend solides Knorpelplättchen. Doch erhellt aus den Schnittserien, dass in dessen Mitte eine kleine Oeffnung sich befindet. Der Processus extra- und supracolumellaris sind nämlich annähernd in ihrer Mitte durch ein kleines, dünnes Querbälkchen verbunden. Ihre Spitzen bleiben also frei.

Fig. A.

Zwei Entwickelungsstadien der Columella Auris bei *Anas*. Schematisch nach Methylenblau-Praeparaten.

1. Stapes; 2. Stylohyale; 3. Proc. extracolumellaris; 4. Proc. supracolumellaris; 5. Proc. infracolumellaris.

Wir bemerken also aus dem obenerwähnten Entwickelungsgang,

dass bei der *Ente* die Extracolumella in Zusammenhang mit dem proximalen Teil des Hyoidbogens, dem Stapes, entsteht. In keinem der drei Fortsätze der Extracolumella entwickelt sich ein selbständiger Knorpelkern, ausgenommen im Stylohyale, welches sich secundär mit dem Processus infrastapedialis knorpelig verbindet. Das Stylohyale ist mit seinem ventralen Ende rostralwärts gekrümmt. Dieses extreme, ventrale Ende des Stylohyale ist zu einem Knöpfchen angeschwollen.

In dieser Weise hat sich die Columella Auris ganz und gar unabhängig von der Ohrkapsel angelegt. Das ganze Gebilde gehört also zum Hyoidbogen, von dem das meist ventrale Stück, das Ceratohyale, ziemlich spät entsteht und weder knorpelig noch, wie aus den Schnittserien erhellt, bindegewebig mit dem Stylohyale oder dem übrigen proximalen Teile des Hyoidbogens verbunden ist.

Dass die Anlage verschiedener Knorpelkerne in der Columella und Extracolumella den Beweis liefern sollte, wie mehrere Untersucher betonen, dass dieses Gebilde nicht in seinem Ganzen auf den 2. Visceralbogen zurückzuführen wäre, kann ich nicht billigen, denn beim *Huhn*, einem der *Ente* so nahe verwandten Vogel, finden wir nicht eine einheitliche Anlage, sondern die Anlage mehrerer Knorpelkerne. Im Allgemeinen gestaltet sich die Entwickelung des Hoidbogens bei den verschiedenen Tieren sehr verschieden. Auch Versluys (1903) hat bei *Lacerta*, *Platydactylus* und *Gecko* die Anlage mehrerer Knorpelkerne in dem anfangs „zusammenhängenden Blastemstab" beobachtet.

Bei 16 m.m. langen *Hühner*embryonen sehe ich, dass das proximale, die Basis und den Stiel des Stapes bildende Stück des Hyoidbogens knorpelig angelegt ist, ganz und gar unabhängig von der knorpeligen Ohrkapselwand. Die Basis gestaltet sich dicker, der Stiel kürzer als bei der *Ente*. Um diese Basis herum completiert sich auch beim *Huhn* die knorpelige Ohrkapselwand und bildet in dieser Weise das *Foramen ovale*.

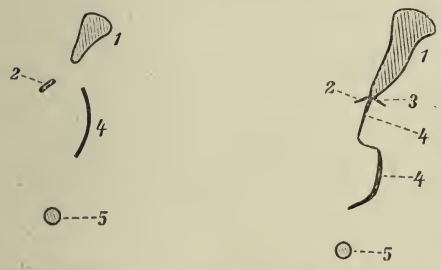
In diesem Stadium bemerke ich ziemlich weit entfernt von der Stapes-Anlage, mehr ventralwärts gelagert und annähernd hinter dem Gelenk zwischen dem Quadratum und dem Meckelschen Knorpel ein selbständiges, rundes und deutlich blaugefärbtes Knorpelstückchen (Fig. 14, +). In den späteren Stadien behält dasselbe seine Selbständigkeit und ich konnte es noch bei 26 m.m. langen und 10 Bruttage alten Embryonen beobachten. Bei anderen Embryonen dieses Stadiums und bei älteren hat das Knorpelstückchen sich nicht mehr gefärbt. Auf die Deutung dieses merkwürdigen Elements komme ich später zurück.

Bei 16—17 m.m. langen *Hühner*embryonen entwickelt sich zwi-

schen dem distalen Ende des Stiels des Stapes und dem späteren Trommelfell ein selbständiges Knorpelstäbchen, welches, später mit dem Stapes-Ende verwachsend, den Processus extracolumellaris bildet. Bei einigen Embryonen von 17 m.m. sehe ich mehr ventralwärts ein ebenfalls selbständiges, in einer zwischen dem ersterwähnten, weit ventral gelagerten Knorpelstückchen und dem Stapes-Ende gedachten Linie sich befindendes Knorpelsträngchen, welches auch mit dem Stapes zusammenwächst und entweder als der *Processus infracolumellaris* oder das *Stylohyale* oder als die Vereinigung dieser beiden Elemente gedeutet werden muss (Fig. B).

Bei *Hühner*embryonen von 19 und 20 m.m. hat sich, ganz wie bei der *Ente*, noch ein *Processus supracolumellaris* in Zusammenhang mit der Columella entwickelt. Der obenerwähnte ventrale Fortsatz, das Stylohyale, ist etwa in seiner Mitte mit einem scharfen Winkel caudalwärts geknickt, während das ventrale Ende sich rostralwärts umbiegt.

Fig. B.



Zwei Entwickelungsstadien der Columella Auris bei *Gallus*. Schematisch nach Methylenblaupraeparaten.

1. Stapes; 2. Proc. extracolumellaris; 3. Proc. supracolumellaris. 4. Stylohyale (+ Proc. infrastapedialis?); 5. Selbständig bleibender Teil des Stylohyale.

Auch beim *Huhn* zeigt sich, wie aus einer Schnittserie eines 26 m.m. langen Embryo's erhellt, in dem von den Bases der die Extracolumella bildenden Fortsätze zusammengesetzten Plättchen ein kleines Loch, das *Foramen intracolumellare*.

Wie muss nun das selbständig bleibende, hinter dem Meckelschen Knorpel gelagerte Knorpelstückchen (Fig. 14, +, Fig. B, 5) gedeutet werden? Welcher Teil der Columella des *Hühnchens* ist mit dem Stylohyale der Ente zu homologisieren? Mit Bezug auf das ersterwähnte Element muss ich bemerken, dass es wohl in der Nähe des meist ventralen Fortsatzes der Extracolumella gelagert, doch nicht, wie aus den Schnittserien erhellt, mit demselben verbunden ist. Es nimmt dieselbe Stelle ein wie das sich als einen Knopf gestaltende untere Ende des Stylohyale bei der *Ente*. Demzufolge konnte man dasselbe als den sich selbständig anlegenden ventralen Teil des Stylohyale auffassen (Fig. B, 5). Der dorsale Abschnitt dieses Stylohyale entsteht auch selbständig und wächst später mit der Extracolumella zusammen. Nicht aufgeklärt ist die Frage, ob wir in dieser selbständigen Anlage des oberen Teils des Stylohyale (Fig. B, 4) auch die selbständige Anlage eines Processus infrastapedialis zu sehen haben.

In diesem Falle ist das selbständig bleibende Knorpelstückchen der einzige Rest des Stylohyale beim *Hühnchen*.

In Bezug auf den Processus supracolumellaris muss ich noch eine Eigenthümlichkeit hervorheben, welche sowohl für die *Ente* als für das *Hühnchen* gilt. An einer Schnittserie eines *Hühnchen*embryo's von 26 m.m. finde ich, dass an dem Processus supracolumellaris ein Bindegewebsstrang befestigt ist, welcher caudalwärts verläuft und als die Sehne eines sehr kleinen Muskels erscheint. Dieser Muskel hat seinen Anheftungspunkt an der ventralen Fläche der Basalplatte oder der früheren Cartilago metotica hinter dem Foramen N. vagi und verläuft mit dem N. facialis durch den von diesem Nerven in dem Vorderrand der Cartilago metotica verursachten Einschnitt. Dieses Muskelchen heftet sich also, wie der *M. stapedius* der *Säugetiere*, an einen Ausläufer des Stapes. Die Homologie mit dem M. stapedius ist sogar vollständig, weil derselbe auch von einem kleinen Zweig des N. facialis innerviert wird, wie ich deutlich constatieren konnte.

Dieser Befund macht die Homologie der Columella Auris der *Vögel* mit dem Stapes der *Säuger* noch deutlicher. Auch beim *Hühnchen* muss die ganze, aus mehreren Knorpelkernen entstehende Columella als der provimale Teil des Hyoidbogens aufgefasst werden.

Litteratur-Uebersicht der Columella Auris.

Die wichtigste Thatsache, welche sich aus der obenerwähnten Untersuchung ergiebt, ist wohl, dass bei den *Vögeln* die Columella oder der Stapes unabhängig von der knorpeligen Ohrkapsel entsteht. Die Basis ist also kein Produkt der Gehörkapselwand. Auch beim *Star* habe ich diesen Befund gemacht, und ebenso in einigen Praeparaten von *Larus* und *Haematopus* aus der hiesigen Sammlung. Die Angaben der früheren Untersucher der Entwickelung des Vogel-Chondrocraniums stehen nicht mit dieser Auffassung in Einklang. Bei den *Säugern* ist der einheitliche hyale Ursprung des Stapes schon längst bekannt und auch für die *Reptilien* ist derselbe von Versluys (1903) und Gaupp (1899) angenommen. Auch Kingsley (1900) hat in Bezug auf die *Amphibien* und *Reptilien* den labyrinthären Ursprung der Columella verneint. Im Gegensatz zu diesen Angaben war C. K. Hoffmann schon früher (1889) zu den Schluss gekommen, dass ein Teil der Columella von *Lacerta* einen labyrinthären und ein anderer Teil einen hyalen Ursprung hat: Otostapes und Hyostapes. Und neuerdings ist Noack (1907) auf diesen labyrinthären Ursprung zurückgekommen und deutet nicht nur die Basis der Columella, sondern die ganze Columella von *Emys europaea* als ein zur Gehörkapsel gehörendes Gebilde.

In Bezug auf die *Vögel* ist Suschkin auch der Meinung, welcher ich durchaus nicht beistimmen kann, dass die Fussplatte des Stapes ein Produkt der Ohrkapsel-Wand ist. Dieser Autor beschreibt den Vorgang bei Tinnunculus in folgender Weise (l. c. p. 131): „Im zweiten Stadium verwächst das Hyomandibulare mit der Wand der Gehörkapsel; alle seine Teile verlängern sich; der laterale Fortsatz fängt an, sich in das Extrastapediale und Suprastapediale zu theilen. Im dritten Stadium fängt in der Wand der Gehörkapsel, um das angewachsene Ende des Hyomandibulare herum, der Proces der Reduction des Knorpels zu Bindegewebe an; das auf diese Weise abgetheilte Stück der Wand bleibt an das Hyomandibulare angewachsen und bildet die verbreiterte Basis des Steigbügels, das Defect aber, das in der Wand der Gehörkapsel sich gebildet hat, stellt das Foramen ovale dar. Dieser Proces wurde von W. K. Parker nach einzelnen Entwickelungsstadien des Hühnchens und der Uferschwalbe construirt, doch so viel ich weiss wurde dieser Process direct nicht beobachtet". Die Beobachtung der Methylenblau-Praeparate setzt mich in den Stand zu betonen, dass in keinem einzigen Stadium der Entwickelung bei den von mir untersuchten Vögeln das knorpelige Hyomandibulare mit der Ohrkapsel verschmolzen ist und dass das Foramen ovale kein Produkt der Knorpel-Reduction, sondern ein primär entstehendes Gebilde ist. T. J. Parker (1892) äussert sich für *Apteryx* in Bezug auf die Entwickelung des Stapes nicht.

In Bezug auf die Deutung der Fortsätze der Extracolumella kann ich Suschkin beistimmen. Dieser Autor homologisiert das Extra- und Infrastapediale (Processus extra- und infracolumellaris) mit den gleichnamigen Gebilden bei den *Reptilien*.

Suschkin fasst das sogenannte „Plattner's Ligament", welches den Processus supracolumellaris mit der dorsalen Wand der Paukenhöhle hinter dem Quadratum verbindet, als ein secundäres Gebilde auf. Huxley nennt das Ligament primär und homologisiert dasselbe mit dem Suprastapediale der Reptilien. Diese Auffassung ist schon von Howes und Swinnerton (1900) in ihrer Arbeit über *Hatteria* zurückgewiesen; bei Hatteria entsteht das Ligament auch nur secundär. Bei *Anas* und *Gallus* habe ich auch, doch nur in den späteren Stadien, ein derartiges Ligament gefunden.

Suschkin und die früheren Autoren erwähnen bei den *Vögeln* keinen von mir bei *Anas* und *Gallus* beobachteten *M. stapedius*.

Das Stylohyale wächst auch nach Suschkin mit dem Proc. infrastapedialis zusammen. Von einer von Gadow (1888) für die *Vögel* erwähnten Verbindung des Stylohyale mit dem Meckelschen Knorpel habe ich in keinem einzigen Stadium der Entwickelung der

Ente, des *Huhns*, des *Stars* und von *Larus* eine Spur gefunden. Ich fand weder eine knorpelige, noch, wie aus den Schnittserien erhellt, eine bindegewebige Verbindung. Dieses ist in Uebereinstimmung mit der Angabe Suschkin's (1899) für *Tinnunculus*, W. K. Parker's für das *Huhn* und von T. J. Parker (1892) für *Apteryx*.

Das Stylohyale ist mit dem Processus styloideus der *Säugetiere* zu homologisieren; der Stapes legt sich auch hier zwischen dem Processns styloideus und der Ohrkapsel an. Ich bin mit Suschkin der Meinung, dass die ganze Columella der *Vögel* (mitsammt der Extracolumella) als ein Homologon des Stapes der *Säuger* und des Hyomandibulare der *Fische* aufzufassen ist. Einen Beweis für diesen Satz liefert noch der Musc. stapedius, welcher sich bei den *Säugern* an den Stapes heftet und bei den Vögeln an den Processus supracolumellaris.

In der Extracolumella befindet sich zwischen den Bases des Proc. supra- und extracolumellaris bei der *Ente* und beim *Huhn* eine kleine Oeffnung, deren Entwickelung bei Tinnunculus von Suschkin in der folgenden Weise beschrieben wird. Im ersten Stadium entsteht eine dreieckige Bindegewebsplatte. „Der vordere Rand der Platte liegt mit seiner inneren Oberfläche dem Ende des lateralen Fortsatzes des Hyomandibulare an. Im dritten Stadium nimmt dieses Gebilde die Form eines die Enden des Suprastapediale und des Extrastapediale vereinigenden Stäbchens an und in ihm tritt der Process der Verknorpelung auf. Im fünften und sechsten Stadium wächst die Querbrücke zuerst an das Extrastapediale und nachher an das Suprastapediale an" (l. c. p. 132). Diese Querbrücke gestaltet sich also „nach ihrem Ursprung unzweifelbar als ein selbständiges Element". Suschkin meint dieses Element als ein Rudiment des Skeletts des Kiemendeckels auffassen zu müssen. Und endlich sagt er Seite 136 (l. c.): „Bei anderen Vögeln ist die Querbrücke zwischen dem Supra- und extrastapediale jedenfalls ein sehr verbreitetes Gebilde, wenngleich sie nicht überal gefunden werden wird". Bei der *Ente* und beim *Huhn* habe ich die selbständige Anlage dieser Querbrücke nicht beobachtet, welche hier auch nicht die Spitzen, sondern annähernd die Mitten der beiden Fortsätze verbindet. Die Oeffnung selbst ist, wie erwähnt, bei diesen Vögeln wohl vorhanden.

Am spätesten tritt der Verknorpelungsproces auf in den *Ceratohyalia*, wie auch für *Tinnunculus* und *Apteryx* constatiert ist. Die beiden Ceratohyalia wachsen vor der I. Copula zusammen und bilden auf diese Weise die *Cartilago entoglossa*.

T. J. Parker (1892) sagt in seinem „Stadium D" (l. c. p. 60): It is worthy of notice that cerato-hyals are figured in my Father's second stage of the chick's skull, which corresponds roughly in point of development with the kiwi-embryo now under discussion; this would seem to show that Apteryx is a step nearer atrophy of the hyoid than Gallus". Wie ich schon oben erwähnt habe, entwickelt sich bei *Gallus* das Ceratohyale auch nur in den späteren Stadien, später als alle übrigen Teile des Visceralskeletts, so dass die Angabe W. K. Parker's (1876) nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Im ersten Stadium stellen die Ceratohyalia von *Tinnunculus* bindegewebige Gebilde dar, welche durch ein rudimentäres, im Laufe der späteren Entwickelung ganz verschwindendes, „sehr undeutlich begrenztes Streifchen embryonalen Bindegewebes" mit dem Stylohyale verbunden ist. Bei den von mir untersuchten Vögeln habe ich von dieser Verbindung keine Spur mehr gefunden, noch von einem von Suschkin in seinem dritten Stadium erwähnten, inconstant und vorübergehend gefundenen Glossohyale; ein Teil des Vorderendes der I. Copula bekomme bei *Tinnunculus* in diesem Stadium eine geringe Selbständigkeit, doch verschmelze später wieder ganz mit der Copula.

Schluss.

Schliesslich will ich die hauptsächlichsten Resultate der vorliegenden Untersuchung kurz zusammenfassen:

1. Bei den *Vögeln* entsteht zuerst eine unpaare, selbständige *Cartilago acrochordalis* in der Umgebung der vorderen Chordaspitze.

2. Unabhängig von diesem Knorpelkerne wird das unpaare *Parachordale* angelegt; diese Anlage besteht aus zwei hinter einander gelagerten Abschnitten: der *Pars praevertebralis* und der *Pars vertebralis*.

3. In der occipitalen Region von *Gallus* und *Anas* erscheinen also ZWEI DEUTLICH GETRENNTE WIRBELKÖRPER-ANLAGEN, welche bald mit dem praevertebralen Teil zum einheitlichen Parachordale verschmilzen. In Uebereinstimmung mit dieser Thatsache entstehen 2 Occipitalbögen und 2 Hypoglossusforamina (später noch ein kleines, von einem Blutgefäss ausgefülltes Loch) mit 2 Hypoglossus-Wurzeln.

4. Die *Cartilago basiotica* entsteht bei der *Ente* unabhängig vom Parachordale, beim *Huhn* in Zusammenhang mit dessen Spitze. Die Cart. basiotica vermittelt die Verbindung der Cart. acrochordalis mit der Cart. parachordalis und bildet auch die selbständige Anlage der *Pars cochlearis* der Capsula auditiva.

5. Die *Pars canalicularis* entsteht ein wenig später und selbständig.

6. Die *Fenestra basicranialis posterior* entsteht nicht durch Knorpelresorption der Basalplatte, sondern ist ein primäres Foramen vor dem vorderen Rand der Cartilago parachordalis.

7. Der *N. facialis* bekommt auf der Grenze der Pars canalicularis und cochlearis einen kurzen Kanal im Knorpelgewebe der Vorderwand der Gehörkapsel.

8. An der lateralen Fläche der primären Fissura metotica entsteht ein selbständiges Knorpelelement, welches später mit der Basalplatte und mit der Ohrkapsel verschmilzt: *Cartilago metotica* (= „Occipitalflügel von Suschkin). Dieselbe überbrückt alsdann einen Teil der Fissura metotica.

9. Der N. vagus und der N. glossopharyngeus haben jeder eine gesonderte Durchtrittsöffnung in der Basis der Cartilago metotica.

10. Das Tectum synoticum wird paarig und selbständig angelegt.

11. Die Trabeculae Cranii werden paarig und selbständig angelegt.

12. In der hypophysalen Region der Vögel entsteht zwischen den Hinterenden der Trabekel und der Basalplatte ein paariges, selbständiges Knorpelelement, die *Cartilago polaris*, welches später die Verbindung der Trabeculae mit der Basalplatte vermittelt. Bei der *Ente* und beim *Star* verknorpeln die Polknorpel ganz unabhangig von den Trabekeln, beim *Hühnchen* in Zusammenhang mit den Trabekeln.

13. Die prae- und posthypophysale Region bilden einen annähernd geraden Winkel, welcher sich später vergrössert.

14. Der mediane Abschnitt der früheren Cartilago acrochordalis atrophiert und bildet in den späteren Stadien beim *Huhn* und bei der *Ente* ein Querbälkchen, welches die Grenze zwischen der Fenestra Hypophyseos und der Fenestra basicranialis posterior darstellt. Beim *Star* und beim *Sperling* ist diese knorpelige Grenze in den späteren Stadien unterbrochen.

15. Beim *Star* geht zur Zeit, wenn die Cartilago polaris noch selbständig ist, ein langer, dünner Fortsatz von dem Polknorpel ab, welcher sich später ventral mit der Basalplatte verbindet und in dieser Weise ein Foramen Art. carotidis bildet. Beim *Hühnchen* und bei der *Ente* ist dieses nicht der Fall: hier entsteht in den späteren Stadien ein kurzer, stumpfer *Processus infrapolaris*.

16. Am oberen Rand der früheren Cartilago polaris entsteht bei der *Ente* eine selbständige *Cartilago suprapolaris*; beim *Huhn* wird die Art. ophthalmica interna in Zusammenhang mit der Seitenwand der Hypophysengrube knorpelig umwachsen.

17. Am lateral-dorsalen Ecke der Cartilago acrochordalis sehen wir beim *Huhn* eine selbständige *Lamina antotica* entstehen und später mehr lateralwärts, hinter der Orbita eine ebenfalls selbstän-

dige *Cartilago postorbitalis*, welche sich nachher mit der Lamina antotica und mit der Ohrkapsel verbindet und in dieser Weise das *Foramen antoticum* ergänzt: Ramus II und III N. trigemini; Ramus I hat ein gesondertes Foramen. Bei der *Ente* gelangen die beiden erwähnten Elemente nich zu einer gesonderten Anlage.

18. In der Ethnoidalgegend habe ich zwischen den Trabekel-Vorderenden *keine selbständige*, *knorpelige Intertrabecula* gefunden.

19. In dieser Region entsteht die paarige *Lamina orbitonatalis*, welche sich dorsalwärts zwischen dem Auge und dem Lobus olfactorius ausdehnt und in einem bestimmten Stadium beinahe den Processus superior der Cartilago postorbitalis erreicht. Später atrophiert der vordere Teil und die Reste bleiben nur als kleine Flügeln dem Oberrand des Septum interorbitale aufsitzen (*Planum supraseptale*).

20. Das *Tectum Nasi* wächst von vorn nach hinten, in Zusammenhang mit dem Septum, über die Nn. olfactorii.

21. Die Seitenwand des Nasenskeletts wird selbständig angelegt.

22. Die *Columella Auris* entsteht ganz unabhängig von der knorpeligen Labyrinthwand, und die Fortsäze der Extracolumella wachsen von der Columella aus bei *Anas*, während der Proc. extra- und infrastapedialis beim *Huhn* selbständige Knorpelkerne bekommen. Die Columella ist hyalen Ursprungs.

23. Es entsteht ein selbständiges *Stylohyale*.

24. Am Proc. suprastapedialis inserriert ein *Musc. stapedius*, welcher wie der gleichnamige Muskel bei den *Säugern* vom N. facialis innerviert wird.

25. Bei der *Ente* hat der Meckelsche Knorpel eine zweigliederige Anlage. Das Quadratum entsteht auch selbständig.

26. Das Zungenbein wird zusammengesetzt aus 2 *Capulae*, dem paarigen *Ceratobranchiale* und *Epibranchiale*, welche alle einen selbständigen Knorpelkern bekommen. Zuletzt entsteht noch das paarige *Ceratohyale* als Rest des ventralen Teils des 2 Visceralbogens.

27. Die Wirbelanlagen im Rumpfteil entstehen früh als knorpelige Ringe um die Chorda.

28. Nur zwei *Intercentra* verknorpeln.

29. Das erste Intercentrum bildet den Arcus anterior Atlantis.

30. Die *Wirbelbögen* legen sich selbständig vom Wirbelkörper an. (Dieses ist beim *Huhn* nicht deutlich). Die Atlasbögen bleiben unabhängig vom Atlaskörper.

31. Sowohl in der Brust als in der Halsregion der Wirbelsäule werden die *Rippen* ganz selbständig angelegt. Die beiden ersten Halswirbel bekommen keine Rippenanlagen.

Es ist mir schliesslich eine angenehme Pflicht dem Director des Anatomischen Institutes, Herrn Prof. Dr. J. W. van Wijhe, für das mir zur Verfügung gestellte Material und besonders für die Anregung zu und das stete Interesse in meiner Arbeit meinen grossen Dank auszusprechen.

Die Jahre, welche ich als sein Adsistent, unter seiner Leitung arbeiten konnte, werden mir unvergesslich bleiben.

VERZEICHNIS DER LITTERATUR.

(1832) H. Rathke. Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbeltiere. Riga und Dorpat.

(1839) ——— Entwickelungsgeschichte der Natter (Coluber Natrix). Königsberg.

(1848) ——— Ueber die Entwickelung der Schildkröten. Braunschweig.

(1870) W. K. Parker. On the structure and the development of the common fowl. Trans. Roy Soc. Londen. Vol. CLIX.

(1874) F. H. Huxley. On the structure of the skull and of the heart of Menobranchus lateralis. Sec. R. S.

(1876) W. K. Parker. On the Structure and Development of the Birds Skull. Trans. Linn. Soc. II series, Zoology, Vol. I part. 3.

(1879) Ph. Stöhr. Zur Entwickelungsgeschichte des Urodelenschädels. Zeitschrift für Wissensch. Zoologie. Bd. 33.

(1881) ——— Zur Entwickelungsgeschichte der Anurenschädels. Zeitschrift für Wissenschaftl. Zoologie. Bd. 36.

(1882) ——— Zur Entwickelungsgeschichte des Kopfskeletes der Teleostier. Festschrift zur dritten Säkularfeier der Alma Julia Maximiliana gewidmet von der med. Facultät der Universität Würzburg. Leipzig.

(1882) A. Froriep. Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Säugetierkopfes. Archiv für Anat. u. Entw.gesch.

(1883) ——— Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I Beobachtung an Hühner-Embryonen. Archiv. für Anat. und Entw.gesch.

(1883) W. K. Parker. On the Structure and Development of the skull in the Crocodilia. Trans. Zool. Soc. Vol. XI.

(1886) A. Froriep. Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. II Beobachtungen an Säugetierembryonen. Arch. f. Anat. und Entw.gesch.

(1890) Otto Reis. Zur kenntniss des Skelets der Acanthodinen, in: Geognost. Jahrb. Gümbel V, 1. 1890, pag. 1—43.

(1892) T. J. Parker. Observations on the Anatomy and Development of Apteryx. Phil. Trans. Royal Soc. Vol. 182.

(1892) ——— Additional Observations on the Development of Apteryx. Phil. Traus. Roy. Soc. Vol. 183.

(1897) J. B. Platt. The development of the cartilaginous skull and the branchial and hypoglossal Musculature in Necturus. Morph. Jahrb. Bd. 25.
(1897) A. Sewertzoff. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Wirbeltierschädels. Vorl. Mittheilung. Anat. Anz. Bd. 13, N°. 16.
(1898) R. Wiedersheim. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
(1899) A. N. Sewertzoff. Die Entwickelung des Selachierschädels. Ein Beitrag zur Theorie der korrelativen Entwickelung. Festschrift zum 70sten Geburtstag von Carl von Kupffer.
(1899) P. P. Suschkin. Zur Morphologie des Vogelskelets. I Schädel von Tinnunculus. Nouveaux Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Tome XVI, formant le Tome XXI de la Collection.
(1899) Otto Jaekel. Ueber die primäre Zusammensetzung des Kiefers und Schultergürtels von Acanthodes. Zeitschr. für Deutsch. geolog. Gesellsch. Jahrg. 1899.
(1899) E. Gaupp. Ontogenese und Phylogenese des schalleitenden Apparates bei den Wirbeltieren. Merkel und Bonnet. Ergebnisse der Anat. und Entw.gesch. B. VIII, 1899.
(1900) ———— Alte Probleme und neuere Arbeiten über den Wirbeltierschädel. Ergebnisse der Anat. und Entw. (Merkel—Bonnet). X. Band 1900.
(1900) ———— Das Chondrocranium von Lacerta agilis, ein Beitrag zum Verständnis des Amniotenschädels. Anat. Hefte (Merkel u. Bonnet). Bd. 15, Heft III.
(1900) G. B. Howes and H. H. Swinnerton. On the Development of the Skeleton of the Tuatara, Sphenodon punctatus; with Remarks on the Egg., unsw. Huxley Research Lab. May 1900.
(1900) J. S. Kingsley. The ossicula auditus. Tufts College Studies N°. 6 (Scientific Series), Febr. 1900.
(1900) H. Schauïnsland. Weitere Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hatteria. Skeletsystem, Schallleitender Apparat, Hirnnerven, etc. Archiv für Mikrosc. Anat. Bd. 56.
(1900) A. Sewertzoff. Zur Entwickelungsgeschichte von Ascalabotes fasciculatis. Vorl. Mittheilung Anat. Anz. Bd. XVIII.
(1900) W. Tonkoff. Zur Entw.geschichte des Hühnerschädels. Vorl. Mittheilung. (Aus dem Anat. Institut zu Freiburg in Br.) Anat. Anz. Bd. XVIII.
(1901) Ayers and Jackson. Morphology of Myxinoides. I Skeleton and Musculature. Journal of Morphol. 1901.
(1901) H. Gadow. The evolution of the auditory ossicles. An. Anz. Bd. XIX.
(1902) O. Hertwig. Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Siebente Auflage. Jena.
(1902) J. W. van Wijhe. A new method for demonstrating cartilaginous mikroskeletons. Kon. Acad. v. Wetensch. te Amsterdam. Procedings of the Meeting of Saturday, May 31, 1902.
(1903) H. Schauinsland. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. I Sphenodon, Callorhynchus [Chamaeleo] Zoologica. Orig. Abhandl. aus dem Gesamtgebiete der Zoologie, hrsg. von Dr. C. Chun in Leipzig, 16er Band.
(1903) J. Versluys. Entwickelung der Columella auris bei den Lacertiliern. Ein Beitrag zur Kenntnis der Schalleitenden Apparate und des Zungenbeins bei den Sauropsiden. Zool. Jahrb. Bd. XIX. H. c. 1903.
(1903) L. Bolk. Entwickelungsvorgänge in der occipitalen Region des Primordial Craniums beim Menschen. Petrus Camper. 2e Deel, 3e Aflev. 1903.
(1904) W. Noordenbos. De Ontwikkeling van het chondrocranium der zoogdieren. Groningen.

(1904) Halvar Lundvall. Ueber Demonstration embryonaler Knorpelskelette. (Aus dem Anat. Histol. Institute der Universität Lund) Anat. Anz. Bd. XXV, 1904.
(1905) J. W. van Wijhe. Ueber die Entwickelung des Kopfskeletts bei Selachiern. Extrait des Comptes rendus du 6me Congrès intern. de Zoologie, Session de Berne 1904. Sorti de presse le 25 Mai 1905.
(1905) E. Gaupp. Die Entwickelung des Kopfskelettes. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere, hrsg. von Dr. O. Hertwig. Bd. III, 3er Teil. Sechtes Kapittel.
(1905) H. Schauinsland. Die Entwickelung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein. Ibidem Bd. III, 2er Teil.
(1906) D. Filatoff. Zur Frage über die Anlage des Knorpelschädels bei einigen Wirbeltieren (Aus dem anatomischen Institut zu Heidelberg). Anat Anz. Band XXIX, N°. 23.
(1907) Noack. Ueber die Entwickelung des Mittelohres von Emys europaea nebst Bemerkungen zur Neurologie dieser Schildkröte. Archiv für Mikrosc. Anat. und Entw.gesch., hersg. von Hertwig, la Valette uud Waldeyer. Bd. 69, Heft 3, 1907.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. *Gallus* von 5 Tagen, 6 m.m. Das Embryo ist in toto von der rechten Seite fotografiert. Auf die Chorda ist scharf eingestellt. Die Cartilago acrochordalis ist selbständig, das Parachordale (der praevertebrale und vertebrale Teil) befindet sich in erster Anlage, wie auch die beiden oberen Halswirbel. Man bemerkt auch die dunklen Umrisse der verschiedenen Teile des Gehirns und des Herzens, dessen atrio-ventriculäre Klappen und Truncus arteriosus durch das Methylenblau gefärbt sind. Vergr. 11,4 mal.

Fig. 2. *Gallus* von 5 Tagen, $7^1/_2$ mm.
Der Kopf, dessen Inhalt entfernt ist, und ein Teil der Halswirbelsäule ist von der Dorsalfläche zu sehen. Man sieht dieselbe Knorpelgebilde als in Fig. 1. Wegen der scharfen Einstellung auf die Chorda haben das Parachordale und die Wirbelkörper den Anschein paarig zu sein. Vergr. 11,4 mal.

Fig. 3. *Gallus* von 5 Tagen, 8 m.m.
Embryo in toto von der rechten Seite fotografiert. Das Acrochordale ist noch selbständig. Die Occipitalwirbel sind sehr deutlich, hinter der Nackenbeuge sind die Anlagen der beiden oberen Halswirbelkörper gelagert. Der übrige Chorda-Teil zeigt schon dunkle Ringe. Die Umrisse des Gehirns und das Gehirnpolster sind undeutlich sichtbar. Die rechte Seitenwand des Körpers und die rechte Ohrkapsel sind entfernt. Vergr. 10,4 mal.

Fig. 4. *Gallus* von 5 Tagen, $8^1/_2$ m.m.
Fotografiert wie in Fig. 3. Die dunklen Umrisse der Ohrkapsel, die Verbindung zwischen dem Acro- und dem Parachordale (Cart. basiotica) sind deutlich sichtbar. Die beiden Occipitalwirbel sind mit dem praevertebralen Teil verschmolzen. Wirbelanlagen in dem Rumpfe. Die Brückenbeuge fängt an sich zu bilden. Vergr. 11,4 mal.

Fig. 5. *Gallus* von 7 Tagen und 2 Stunden, 11 m.m.
Der Kopf ist wie in Fig. 2 fotografiert. Der Kopf ist kurz vom Halsteil abgeschnitten, man bemerkt auf die Schnittfläche der Chorda, dass dieselbe vom Parachordale ringsum umhüllt wird. Das Parachordale bildet eine einheitliche Knorpelhülle. Das Acrochordale ist noch selbständig. Vergr. 10 mal.

Fig. 6. *Anas* von 7 Tagen, 13 m.m.

Das Gehirn und die Seitenwand des Kopfes sind entfernt, der Kopf ist von der dorsalen Fläche fotografiert. Auf die Polknorpel ist scharf eingestellt und deswegen sieht man die Cart. parachordalis unscharf. Die Cart. basioticae sind an der Spitze des Parachordale angewachsen. Das Acrochordale gestaltet sich wie ein dicker Querbalken, dessen Seitenteile sich rostralwärts umbiegen. Weiter rostralwärts sieht man die paarigen, selbständigen Polknorpel und die paarigen, selbständigen Trabekel. Vergr. 8,2 mal.

Fig. 7. *Anas* von 7 Tagen, 14 m.m.

Das Embryo ist halbiert und die rechte Hälfte von der rechten Seite gesehen. Die Lamina antotica ragt hoch in die Kopfbeuge hinauf; Incisur für den N. oculomotorius. Die Polknorpel und die Trabeculae sind selbständig. Die Cartilago basiotica verbindet das Acro- mit dem Parachordale. Ein Occipitalbogen, die Wirbel der Halsregion und die beiden Intercentra sind sichtbar. Das Quadratum und die *beiden* Teile des Meckel'schen Knorpels haben sich angelegt. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 8. *Sturnus* von 11 m.m.

Die rechte Hälfte ist von der rechten Seite fotografiert. Die Trabeculae zeigen den Processus praenasalis; dieselben sind hinten mit den Cartilagines polares und diese mit der Basalplatte zusammengewachsen. Das ventrale Ende des Proc. infrapolaris hat sich mit der Cart. basiotica verbunden und in dieser Weise ist das Foramen Art. carotidis internae gebildet. Die Ohrkapsel, der I Visceralbogen und die I. Capsula sind auch sichtbar. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 9. *Anas* von 7 Tagen, 14 m.m.

Das Embryo ist durch einen medianen Schnitt halbiert; das Fotogramm zeigt die Halswirbelsäule von der rechten Seite. Die Anlagen der Wirbelkörper erscheinen als Ringe und die Bögen sind selbständig. Vergr. 10 mal.

Fig. 10. *Gallus* von etwa 7 Tagen, 12 m.m.

Der Schädel ist von der dorsalen Fläche fotografiert. Wegen des Mangels an Perspectiv geht der Meckelsche Knorpel scheinbar in die Trabekel über. Man sieht eine längliche Fenestra Hypophyseos, die Trabekel sind mehr rostralwärts zusammengewachsen. Zwei Occipitalbögen und das hintere Foramen N. hypoglossi haben sich angelegt, während das vordere Hypoglossus-Foramen noch nicht vollständig ist. Der Atlas-Bogen ist selbständig, wie auch die Ohrkapsel. Die linke Ohrkapsel scheint im Fotogramm mit der Basalplatte verbunden zu sein, doch ist dieses Gewebe im Praeparate nicht knorpelig. Vergr. 7,2 mal.

Fig. 11. *Anas* von beinahe 8 Tagen, 15 m.m.

Dieses Fotogramm zeigt die selbständige Anlage der Cart. metotica zwischen der Ohrkapsel und der Basalplatte. Auch die Cart. suprapolaris ist hier selbständig. Zwei Hypoglossus-Foramina im Occipitalteile. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 12. *Gallus* von $15^1/_2$ m.m.

S. Fig. 10. Man sieht auch eine dünne Lamina antotica. Die Zusammenwachsung der Trabekel ist vollständiger als in Fig. 10. Vergr. 7,2 mal.

Fig. 13. *Anas* von $8^1/_2$ Tag und 15 m.m.

Der Kopf ist von der dorsalen-hinteren Fläche fotografiert; das Gehirn ist entfernt und auch die Seitwand des Kopfes mit den Ohrkapseln. Das Parachordale ist unscharf aufgenommen und ist *scheinbar* paarig. In beiden Seiten seiner Spitze erscheint die paarige Anlage der Cartilago basiotica, welche auf dem Fotogramm selbständig zu sein scheint; dieses ist in Wirklichkeit in einem Embryo dieses Stadiums nicht mehr der Fall. Die Vorderenden der Trabekel sind im Begriff zu verschmelzen. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 14. *Gallus* von 6 Tagen und 6 Stunden, 14 m.m.

Die rechte Hälfte von der rechten Seite aufgenommen. Die Gehörkapsel ist

selbständig; die Cartilago metotica ist schon mit der Ohrkapsel, doch noch nicht mit der Basalplatte verwachsen. Die Lamina antotica ist durch einen dünnen Knorpelstrang (s. sp. synchondrosis suprapolaris) mit der Seitenwand des Hypophysenfensters verbunden. Das Vorderende der Trabekel ist abgeschnitten. Auch ist hinter dem Hinterende des Meckel'schen Knorpels der runde, selbständige, im letzten Kapittel erwähnte ventrale Teil des Stylohyale sichtbar (+). Vergr. 9,2 mal.

Fig. 15. *Anas* von 14 m.m.

Dieses Fotogramm zeigt ein späteres Stadium als Fig. 13. Die Laminae orbitonasales haben sich angelegt. Die Cartilago basiotica hat sich zu der Pars cochlearis entwickelt. Das Parachordale ist unscharf und *scheinbar* paarig. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 16. *Gallus* von 6 Tagen und 6 Stunden, 14 m.m.

Der praehypophysale Teil von der dorsalen Fläche aufgenommen. Die Laminae antoticae sind selbständig, die Chorda zeigt viele Krümmungen. Die Pars canalicularis ist fast mit der Cart. basiotica verbunden. Vergr. 10 mal.

Fig. 17. *Gallus* von 12 m.m.

Der Kopf ist von der dorsalen Fläche fotografiert. Auf der Grenze des Acrochordale und der Lamina antotica sieht man das ringsum geschlossene For. N. oculomotorii. In der Medianebene zeigt das Acrochordale eine runde Oeffnung für den Austritt der Chorda-Spitze. Die seitlichen Knorpelpartien des Schädels erscheinen unscharf begrenzt infolge der dunklen (doch nicht blauen) Farbe des umgebenden Bindegewebes. Die Pars cochlearis ist schon ziemlich weit entwickelt. Vergr. 10 mal.

Fig. 18. *Gallus* von 6 Tagen und 6 Stunden, 14 m.m.

Durch einen Schnitt durch das Unterende des Acrochordale ist die praechordale Region des Schädels abgeschnitten und von der dorsalen Fläche fotografiert. Die früheren Polknorpel sind noch als verdickte Stellen sichtbar, die Trabekel-Vorderenden sind verschmolzen. Das mit (×) angedeutete dunkle Gewebe ist kein Knorpelgewebe. Vergr. 10 mal.

Fig. 19. *Anas* von annähernd 8 Tagen, 17 m.m.

Die linke Hälfte des Embryo's ist von der linken Seite aufgenommen. Foramen für die Art. ophthalmica interna Die Lamina antotica zeigt eine Incisur für den N. trochlearis. Diese Fig. zeigt die selbständige Anlage der Columella Auris. Die Cart. metotica ist mit der Basalplatte zusammengewachsen: For. N. vagi. Vergr. 7,2 mal.

Fig. 20. *Gallus* von 9 Tagen, 21 m.m.

Der Occipitale Teil ist durch einen frontalen Schnitt vom übrigen Teil des Schädels abgetrennt und von der Hinterfläche aufgenommen. Man sieht die selbständige, paarige Anlage des Tectum synoticum. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 21. *Gallus* von 9 Tagen, 20 m.m.

Ein Teil des Schädels durch zwei frontale Schnitte abgetrennt, von hinten gesehen. Die Schnitte gehen links etwas mehr caudalwärts als rechts. In der Mitte der Basalplatte sehen wir eine Grube für die Chorda dorsalis. In der rechten Hälfte sieht die Cart. metotica lateralwärts frei aus, doch ist die andere Cart. metotica mit der Gehörkapsel verbunden und bildet hier den Raum (*). Vergr. 9,2 mal.

Fig. 22. *Anas* von 8 Tagen, $14^1/_2$ m.m.

Ein Teil des Schädels von oben gesehen. Ein Schnitt geht durch den hinteren Teil der Trabekel und der andere Schnitt durch die Gehörkapseln. Die Fenestra Hypophyseos und die Fenestra basicranialis posterior sind durch ein sehr dünnes Bälkchen von einander getrennt. Man sieht die Cartilagines postorbitales von der hinteren Fläche. Auch das Foramen ophthalmicum in der Seitenwand der Hypophysengrube ist noch sichtbar. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 23. *Anas* von 10 Tagen, 17½ m.m.

Die rechte Hälfte der posthypophysalen Region ist, nach Entfernung des Quadratums und des Meckel'schen Knorpels, von der unteren und lateralen Fläche fotografiert. Wegen der scharfen Einstellung auf die Basalplatte sind die dünneren Fortsätze de Columella auris (die Extracolumella) verwischt. Die Cart. postorbitalis ist noch nicht mit der Ohrkapsel verbunden, die Incisura antotica ist also dorsalwärts noch offen. Das Foramen N. facialis, das Foramen ovale und der breite, vordere Abschnitt der Fissura metotica sind deutlich sichtbar. Das Foramen N. vagi ist von Knorpelgewebe ringsum umgeben, während der N. glossopharyngeus nur noch einen Einschnitt in den Vorderrand der Cartilago metotica verursacht. Wir sehen 3 Foramina Hypoglossi; das Tectum synoticum hat sich mit der Ohrkapsel verbunden, wie auch der Occipitalbogen. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 24. *Gallus* von 9 Tagen, 17½ m.m.

Die linke Hälfte ist von der linken Seite aufgenommen. Die Abbildung zeigt die selbständige Anlage der Cartilago postorbitalis. Das Foramen Art. ophthalm. ist dorsalwärts offen. Am unteren Rande der Seitenwand des Hypophysenfensters sehen wir den die Incisura Art. carotidis begrenzenden Processus infrapolaris. Der Canalis semic. lateralis der Gehörkapsel ist sehr deutlich sichtbar. Vergr. 10 mal.

Fig. 25. *Gallus* von 6 Tagen, 13 m.m.

Die posthypophysale Region des Schädels ist, nach Entfernung des Gehirns und der Seitenwand des Kopfes, von der dorsalen Fläche aufgenommen; zugleich der obere Teil der Halswirbelsäule. Die Atlas-Bögen sind selbständig. Dieses Stadium zeigt die annähernd selbständigen Laminae antoticae und im Occipitalteil zwei Occipitalbögen. Vergr. 10,4 mal.

Fig. 26. *Anas* von 12 Tagen, 26 m.m.

Ein Teil der Halswirbelsäule halbiert und von der rechten Seite gesehen. Die Bögen gestalten sich als breite Platten. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 27. *Gallus* von 6 Tagen und 10 Stunden, 16 m.m.

Die Halswirbelsäule wurde durch einen medianen Schnitt halbiert und die rechte Hälfte von der rechten Seite aufgenommen. Die Wirbelkörper gestalten sich als continuirliche Ringe, die Bögen sind noch schmale Spangen und zeigen schon die Anlage eines Processus articularis posterior. Vergr. 10 mal.

Fig. 28. *Anas* von 10 Tagen, 22½ m.m.

Die Atlasbögen und der Atlas-Körper sind von der dorsalen Fläche aufgenommen. Das I. Intercentrum bildet den die beiden Atlasbögen verbindenden Arcus anterior Atlantis. Die Bögen sind dorsal noch offen. Der Körper ist von den Bögen unabhängig. Vergr. 10 mal.

Fig. 29. *Gallus* von 8 Tagen, 20 m.m.

Untere Teil der Hals- und obere Teil der Brustregion der Wirbelsäule, aus einem vorgerückteren Stadium als die Fig. 27. Die Wirbelkörper sind continuirliche Knorpelstücke; der caudale Teil der breiten Halsbögen ist dünner als der mit dem Processus transversus versehene, craniale Teil. In den Bögen der Brustregion ist dieser dünne Teil verschwunden und gestalten die Bögen sich viel schmäler. Keine „Wirbelspalte" sichtbar. An einem der Halswirbel ist eine selbständige Rippe sichtbar. Vergr. 10 mal.

Fig. 30. *Anas* von 10 Tagen, 19½ m.m.

Ein Halswirbel (mitsamt eines Stückes des nächtsfolgenden Wirbels) von oben gesehen um die selbständige Anlage der kleinen Halsrippen zu zeigen. Vergr. 10 mal.

Fig. 31. *Sturnus* von 14 m.m.

Der praechordale District ist von der dorsalen Fläche fotografiert, um die

selbständige Anlage der Nasenseitenwand zu zeigen. Auf dem Vorderende des Septums sehen wir die Anlage des Tectum Nasi. Die hintere Grenze der Fenestra Hypophyseos (die Crista sellaris) ist unterbrochen. Vergr. 8,2 mal.

Fig. 32. *Gallus* von 6 Tagen, 12 m.m. und $12^1/_2$ m.m.

Die oberen drei Abbildungen zeigen die ersten Stadien des Zungenbeins. Die erste Abbildung zeigt das Zungenbein aus dem jüngsten Stadium; in den beiden anderen sind die beiden Copulae und die Ceratobranchialia deutlicher, aber doch noch selbständig. Das letztere Zungenbein ist aus einem Embryo von $12^1/_2$ m.m. herauspraepariert.

Ausserdem sieht man in diesem Fotogramm noch die rechten Hälften des Kieferbogens von $12^1/_2$ und 13 m.m. langen Hühnerembryonen. Das Quadratum besitzt schon die beiden dorsalen Fortsätze (im jüngeren Stadium ist der Proc. orbitalis noch sehr undeutlich). Vergr. 10,4 mal.

Fig. 33. *Anas* von $15^1/_3$ m.m.

Der frontale Schnitt wurde durch den vorderen Nasenteil gelegt und dieser Teil des Schädels von der rostral-dorsalen Fläche fotografiert. Die Laminae orbitonasales steigen an der lateralen Fläche der Lobi olfactorii empor. Proc. praenasalis. Vergr. 8,2 mal.

Fig. 34. *Gallus* von 8 Tagen, $18^1/_2$ m.m.

Die Figur zeigt das Zungebein nebst den beiden Meckelschen Knorpeln, von dem linken deren der hintere (Gelenk-) Teil abgeschnitten ist. Die beiden Copulae, das paarige Ceratobranchiale, und das paarige Epibranchiale sind selbständig. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 35. *Anas* von 8 Tagen, $17^1/_2$ m.m.

Die Abbildung zeigt in derselben Weise dieselben Teile des Schädels als die Fig. 33, doch in einem späteren Stadium der Entwickelung. Die Laminae orbitonasales entsenden rostralwärts einen paarigen, noch kurzen, Ausläufer, welcher sich später mit dem jetzt schon in der Anlage begriffenen Tectum Nasi verbindet. Zwischen den Laminae orbitonasales wächst das Septum in die Höhe. Vergr. 8,2 mal.

Fig. 36. *Anas* von 20 m.m.

Das Zungenbein ist noch nicht auf dem Höhepunkt der Entwickelung. Die Ceratohyalia liegen vor der I Capula. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 37. *Gallus* von 9 Tagen, 22 m.m.

Das Cranium ist, um das Zungenbein zu zeigen, schief von unten aufgenommen. Rechts oben sieht man undeutlich das Nasenlabyrinth. Die Ceratohyalia befinden sich in dem Stadium der ersten Anlage. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 38. *Anas* von 12 Tagen, 26 m.m.

Das Tectum synoticum ist nahezu ausgebildet. Die kurz abgeschnittenen Occipitalbögen mit dem Tectum synoticum verwachsen. Der frontale Schnitt geht durch den hinteren Teil der Ohrkapseln. Vergr. 8,2 mal.

Fig. 39. *Gallus* von 9 Tagen, 21 m.m.

Das Septum interorbitale, nach der Entfernung der Orbita und des Nasenlabyrinths, von der rechten Seite fotografiert. Das Septum interorbitale zeigt eine grosse Fontanelle, am hinter-oberen Rande sitzt das Planum supraseptale dem Septum auf. Der internasale Teil des Septum wird fast ganz von einer grossen Lücke eingenommen. Der verdickte, untere Rand des Septums bildet eine leicht gebogene Linie. Vergr. 9,2 mal.

Fig. 40. *Anas* von 8 Tagen, 16 m.m.

Die linke Hälfte des Schädels ist von der linken Seite fotografiert. Man sieht im vorderen Teil eine längliche Oeffnung zwischen der Lamina orbitonas. und dem Tectum Nasi, durch welche Oeffnung der N. olfactorius in das Nasenlabyrinth hindurchtritt. Das Septum ist noch nicht ausgebildet. Vergr. 9,2 mal.

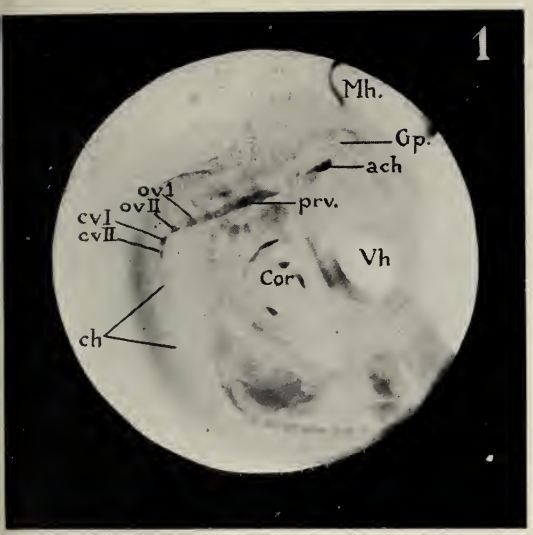
Fig. 41. *Anas* von 10 Tagen, 21 m.m.
Ein späteres Stadium als Fig. 40. Die Laminae orbitonasales reichen sehr hoch über die Orbita; der Schnitt ist nicht genau median getroffen, so dass man Stücke der *beiden* Lamina orbitonas, sieht. Das Septum ist höher als in Fig. 40. Kurzer Processus infrapolaris. Ein Teil der Cart. postorbitalis ist auch noch sichtbar. Vergr. 9,2 mal.

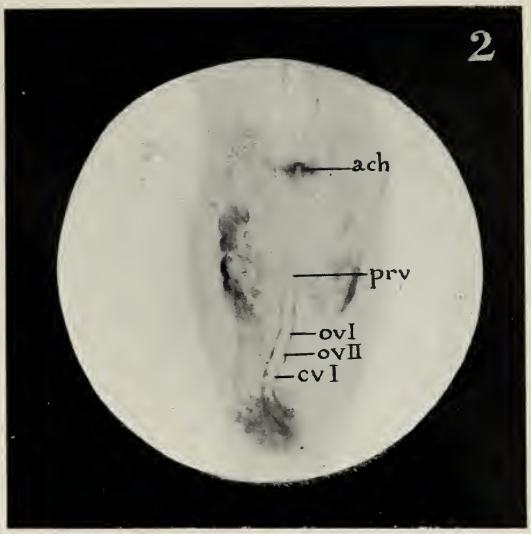
Fig. 42. *Gallus* von 9 Tagen, 22 m.m.
Der hintere Teil des nahezu ausgebildeten Chondrocraniums von oben fotografiert; das Gehirn ist aus dem Cranium herauspraepariert. Man sieht deutlich die beiden Foramina in der Schädelbasis, die beiden Partes cochleares und die Foramina Hypoglossi. Die Crista sellaris (*a c h*) ist hier viel dicker als in Fig. 31 und Fig. 22. Vergr. 7,2 mal.

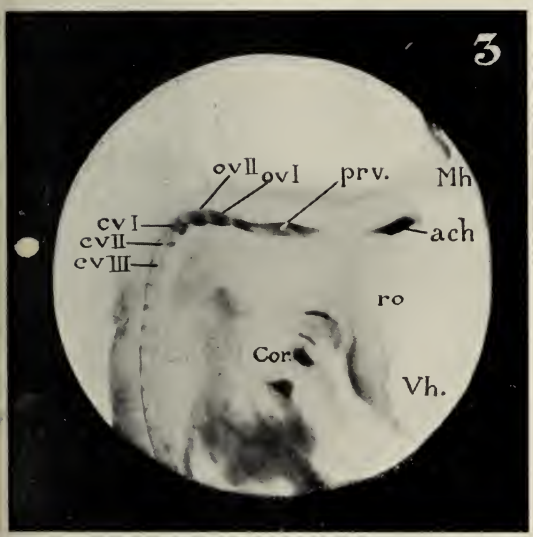
ERKLÄRUNG DER ABKÜRZUNGEN.

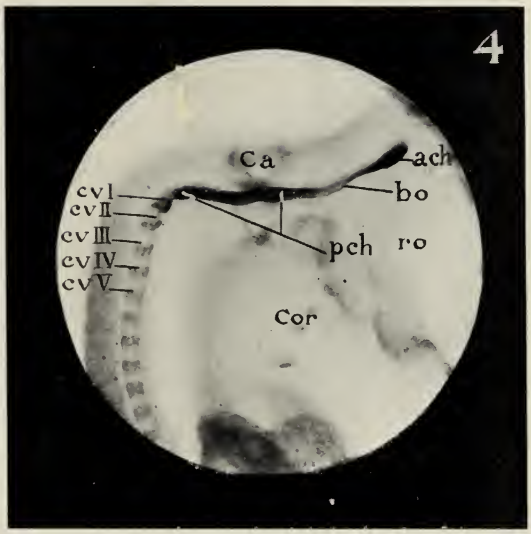
aaa = Arcus anterior atlantis.
A. car = Arteria carotis interna (Foramen, bezw. Incisura).
ach = Cartilago acrochordalis.
bo = „ basiotica.
bp = Basalplatte.
ca = Capsula auris.
cb_1, cb_2 u. s. w. = Cervicalbögen.
cerb = Ceratobranchiale.
cerh = Ceratohyale.
ch = Chorda dorsalis.
cl = Canalis semicircularis lateralis.
cmo = Cartilago metotica.
col = Columella auris.
Cop. I = Erste Copula.
Cop. II = Zweite „
cp = Canalis semicircularis posterior.
cpl = Cartilago polaris.
cpo = Cartilago postorbitalis.
Cor = Herz.
cs = Canalis semicircularis superior.
csp = Cartilago suprapolaris.
cv_1 = Vertebra cervicalis I.
cv_2 = „ „ II, u.s.w.
eb = Epibranchiale.
fbp = Fenestra basicranialis posterior.
fch = Foramen im Acrochordale für die Chorda.
fh = Fenestra Hypophyseos.
FiV = Foramen intravertebrale.
fmo = Fissura metotica.
Foph = Foramen pro Arteria ophthalmica interna.
Gp = Gehirnpolster.
Ic_1 = Erstes Intercentrum.
Ic_2 = Zweites „
Inao = Incisura antotica.
lao = Lamina antotica.
Lo = Lobus olfactorius.
lon = Lamina orbitonasalis.
Mh = Mittelhirn.
mk = Cartilago Meckelii.
N_1, N_2, u. s. w. Die Gehirnnerven.
ns = Nasen Seitenwand.
ob = Occipitalbogen.
ov = Occipitalwirbel.
paa = Processus articularis anterior.
pap = Processus articularis posterior.
pcxa = Pars canalicularis capsulae auditivae.
pcoch = Pars cochlearis capsulae auditivae.
pch = Cartilago parachordalis.
pip = Processus infrapolaris.
pls = Planum supraseptale.
pot = Processus oticus quadrati.
por = „ orbitalis „
ppo = „ postorbitalis (Proc. lateralis der Cart. postorbitalis).
ppr = Processus praenasalis.

pra = Processus retroarticularis der Cart. Meckelii.
prp = Processus post. } der Cart.
prs = „ sup. } postorbit.
prv = Pars praevertebralis der Cart. parachordalis.
pt = Processus tectalis.
ptr = „ transversus vertebrae.
q = Quadratum.
r = Rippe.
ro = Recessus opticus.
spt = Septum interorbitale.
sptn = Septum internasale.
ssp = Synchondrosis suprapolaris.
thb = Bogen des Thoracalwirbels.
tn = Tectum nasi.
tr = Trabecula cranii.
ts = Tectum synoticum.
Vh = Vorderhirn.
zb = Zungenbein.
+ = Selbständiger Teil des Stylohyale beim Hühnchen.
* = Raum zwischen Cart. metotica und Ohrkapsel.
× = Nicht knorpeliges Gewebe.

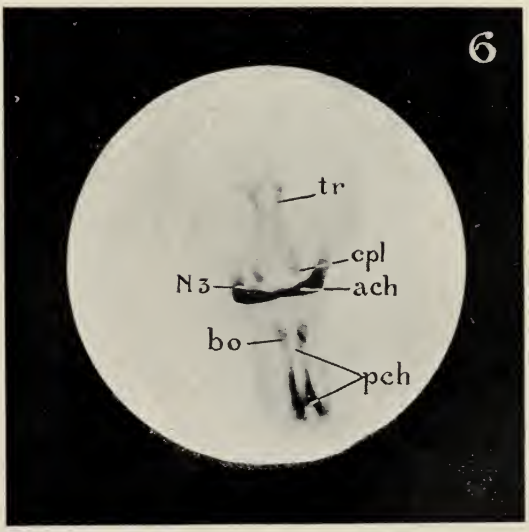

1
Mh.
Gp.
ach
ovI
ovII
prv.
cvI
cvII
Vh
Cor
ch

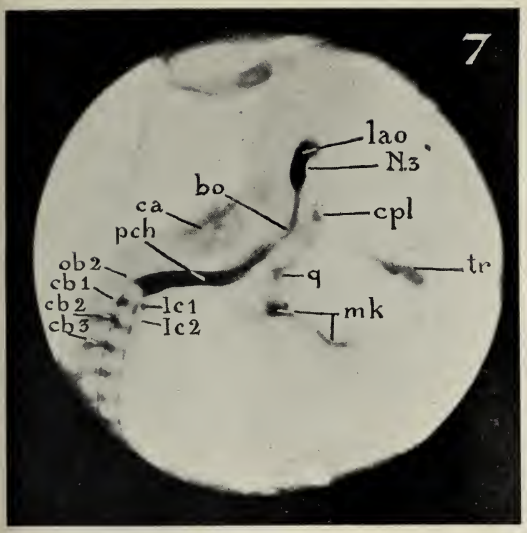

2
ach
prv
ovI
ovII
cvI

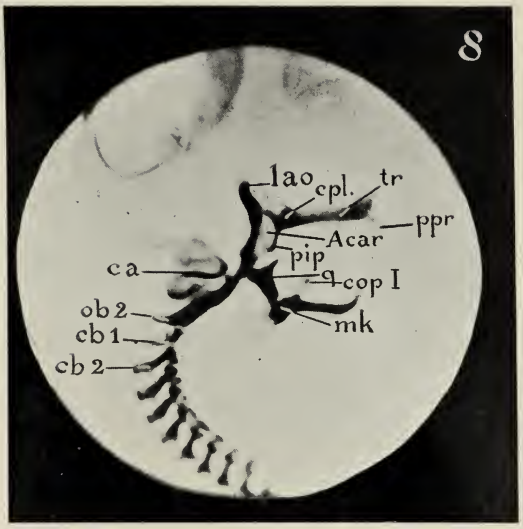

3
ovII
ovI
prv.
Mh
cvI
cvII
cvIII
ach
ro
Cor
Vh.


4
Ca
ach
cvI
cvII
cvIII
cvIV
cvV
bo
pch
ro
Cor

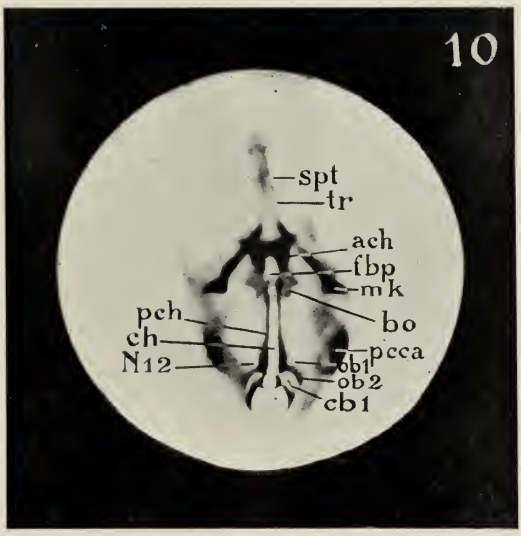
5
ach
pch

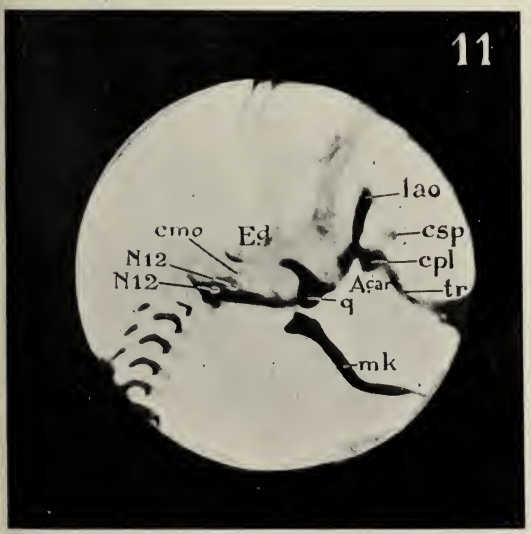

6
tr
cpl
N3
ach
bo
pch

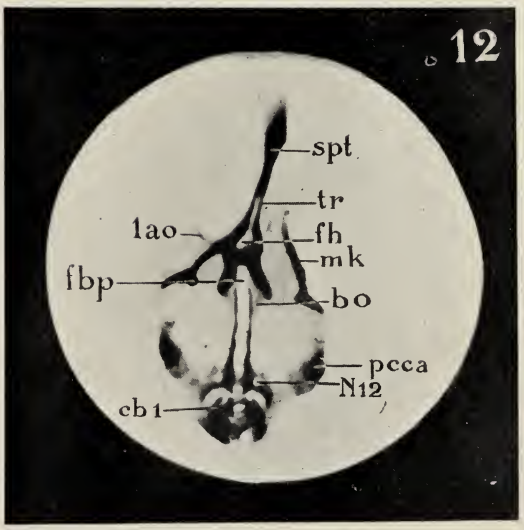

7
lao
N.3
bo
ca
cpl
pch
ob 2
ob 1
cb 2
cb 3
lc 1
lc 2
q
tr
mk

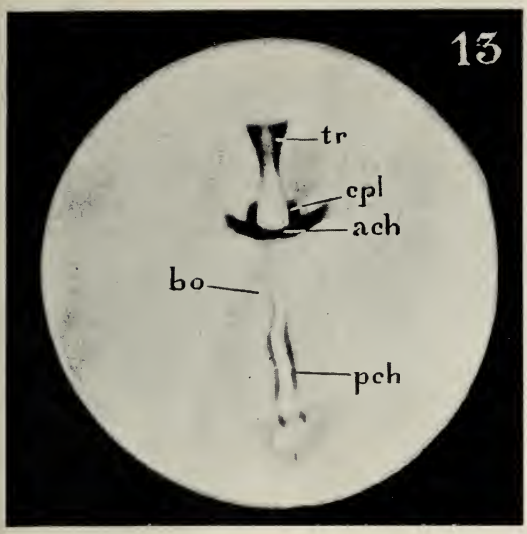

8
lao
cpl.
tr
ppr
Acar
pip
ca
q
cop I
ob 2
cb 1
cb 2
mk

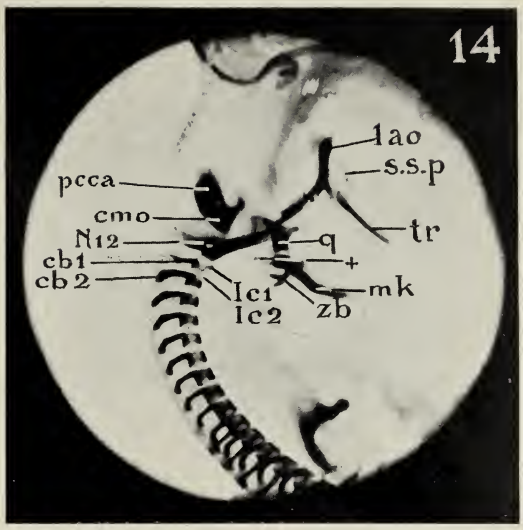
9
ob 1
ob 2
cb 1
cb 2
cb 3
cb 4
cb 5
cv 1
cv 2
cv 3
cv 4
cv 5

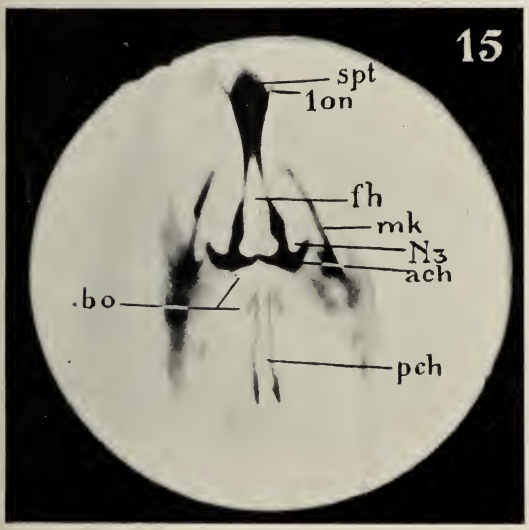

10
spt
tr
ach
fbp
mk
pch
bo
ch
N12
pcca
ob 1
ob 2
cb 1

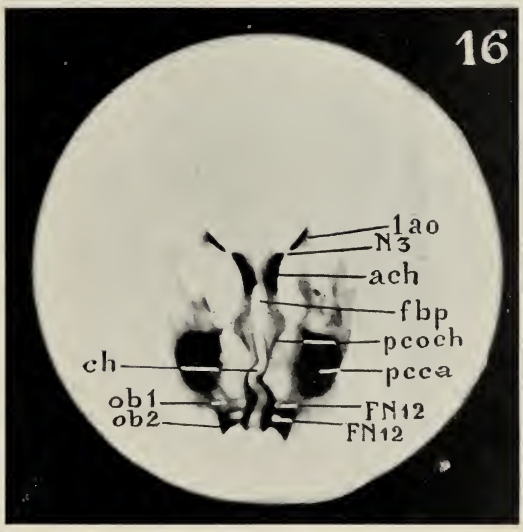

11
lao
cmo
Ed
csp
N12
N12
cpl
Acar
tr
q
mk

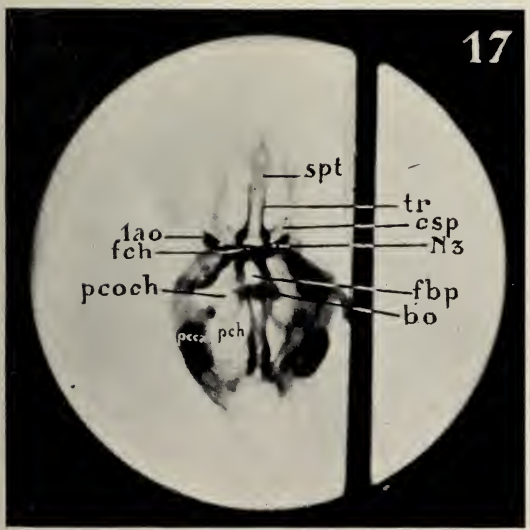

12
spt
tr
lao
fh
mk
fbp
bo
pcca
N12
cb 1

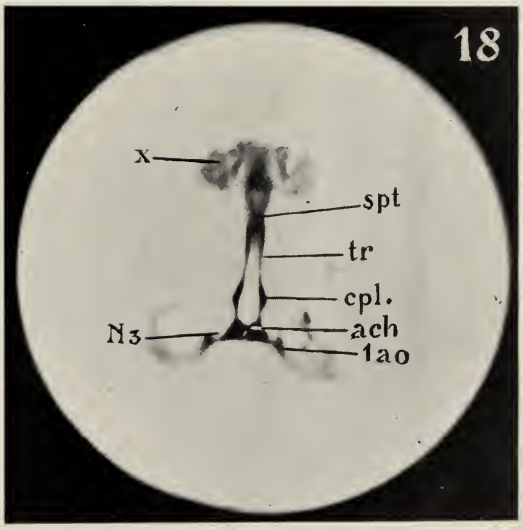

13
tr
epl
ach
bo
pch

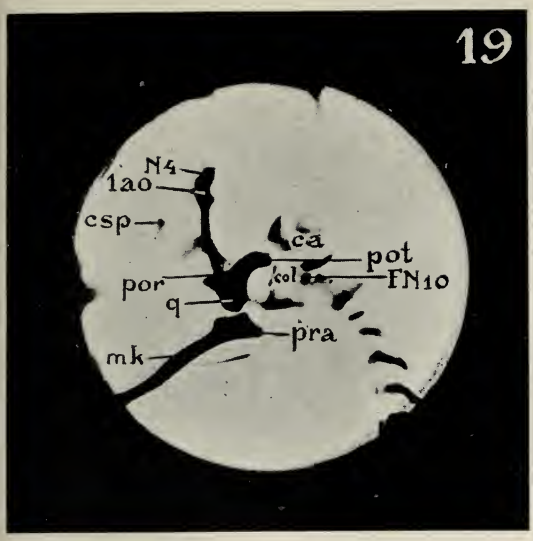

14
1ao
s.s.p
pcca
cmo
N12
q
tr
cb1
+
cb2
lc1
mk
lc2
zb

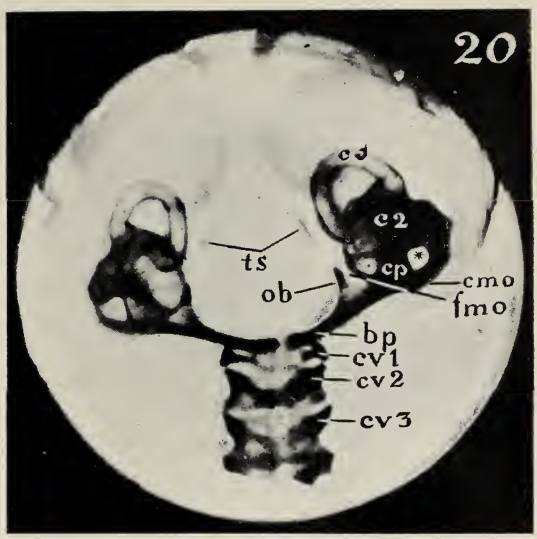

15
spt
1on
fh
mk
N3
ach
bo
pch

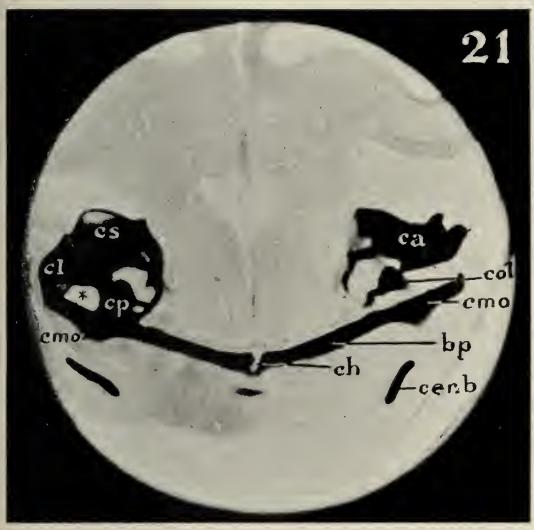

16
1ao
N3
ach
fbp
pcoch
ch
pcca
ob1
FN12
ob2
FN12

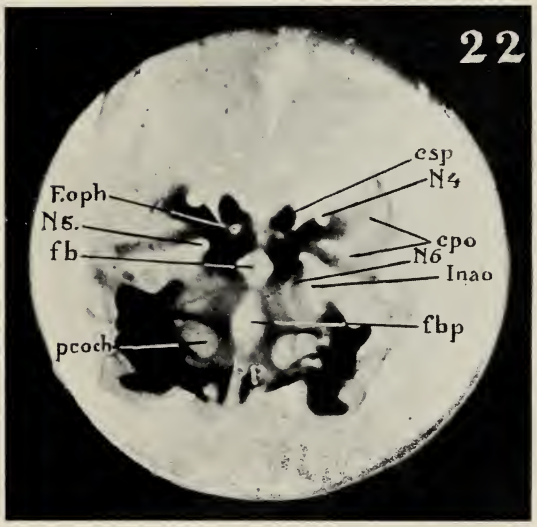

17
spt
tr
1ao
esp
fch
N3
pcoch
fbp
bo
pcca
pch

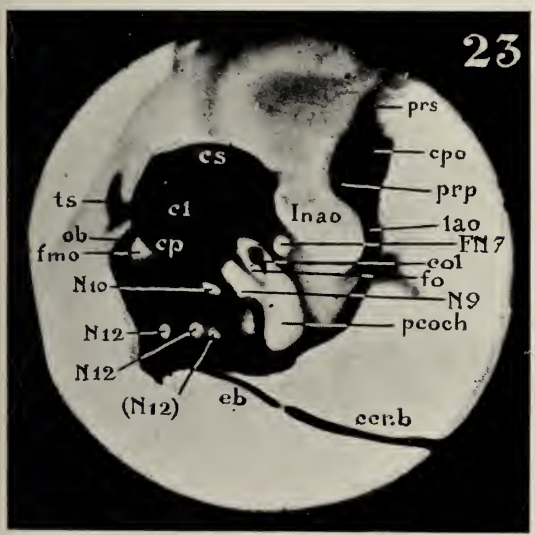

18
x
spt
tr
cpl.
N3
ach
1ao

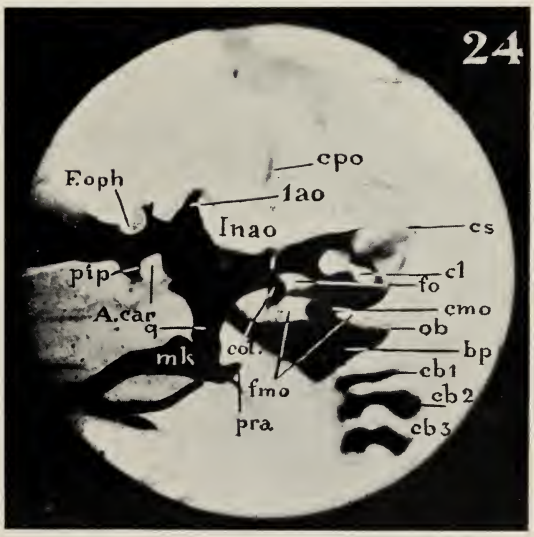

19
N4
1ao
csp
ca
pot
por
col
FN10
q
pra
mk

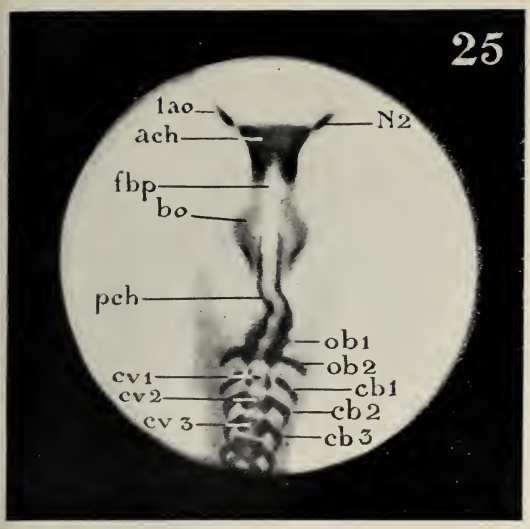

20
c1
c2
ts
cp
cmo
ob
fmo
bp
cv1
cv2
cv3

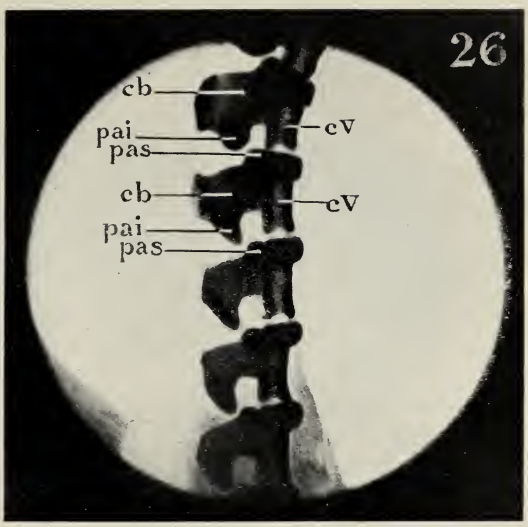

21
cs
ca
col
cl
cp
cmo
cmo
bp
ch
cer.b

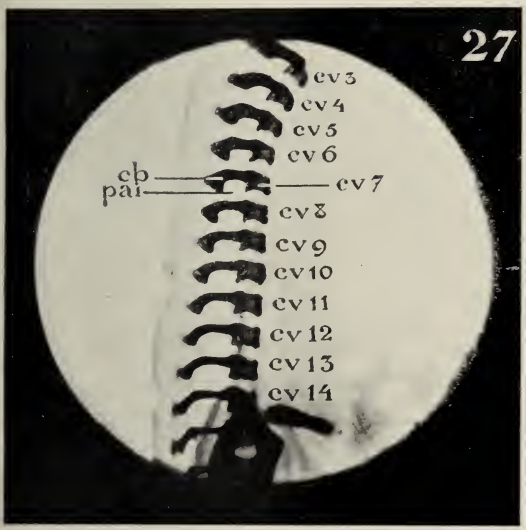

22
csp
N4
Eoph
N5.
fb
cpo
N6
Inao
fbp
pcoch


23
prs
cs
cpo
ts
prp
cl
Inao
1ao
ob
cp
FN7
fmo
col
fo
N10
N9
N12
pcoch
N12
(N12)
eb
cer.b

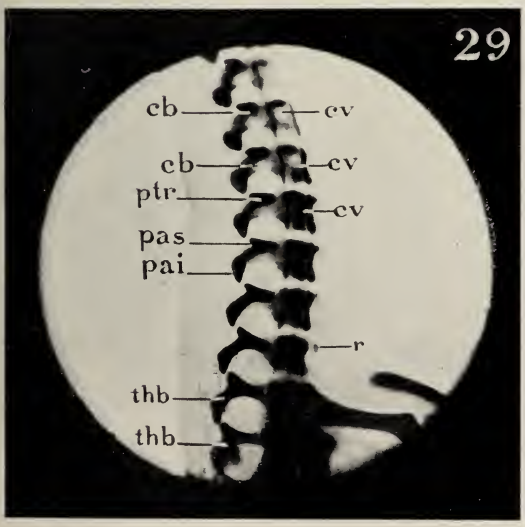

24
cpo
Eoph
1ao
Inao
cs
pip
fo
cl
cmo
A.car
q
ob
col.
bp
mk
cb1
fmo
cb2
pra
cb3


25
lao
ach
N2
fbp
bo
pch
ob1
ob2
cv1
cb1
cv2
cb2
cv 3
cb3

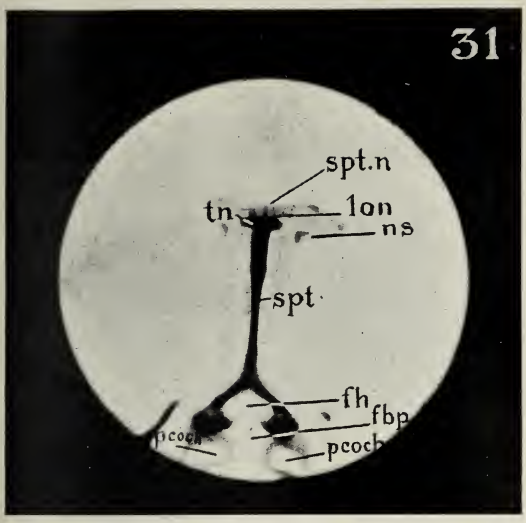

26
cb
pai
pas
cv
cb
cv
pai
pas

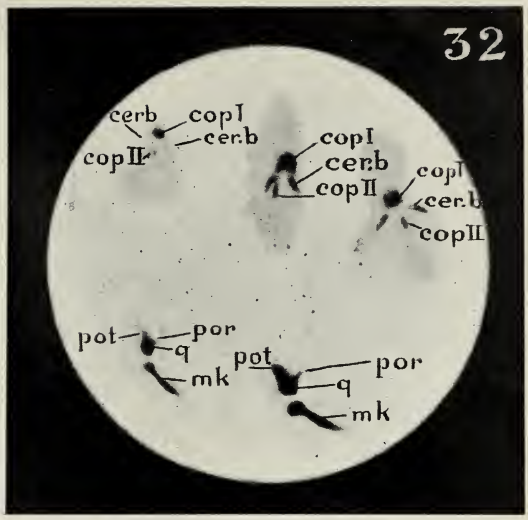

27
cv3
cv4
cv5
cv6
cb
pai
cv7
cv8
cv9
cv10
cv11
cv12
cv13
cv14

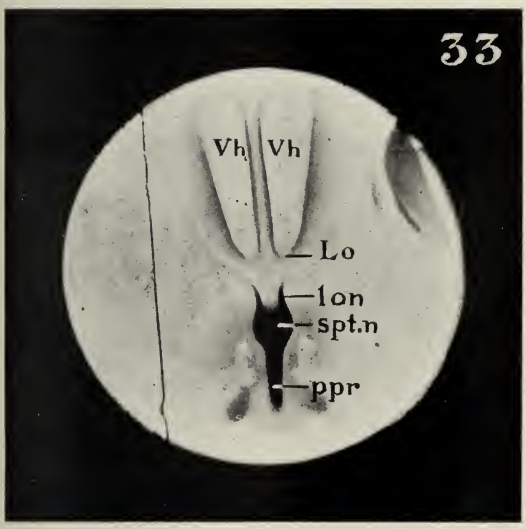
28
aaa
cb1
cb
cv1
cb1


29
cb
cv
cb
cv
ptr
cv
pas
pai
r
thb
thb

30
r
cv
cb
r
cb
ptr

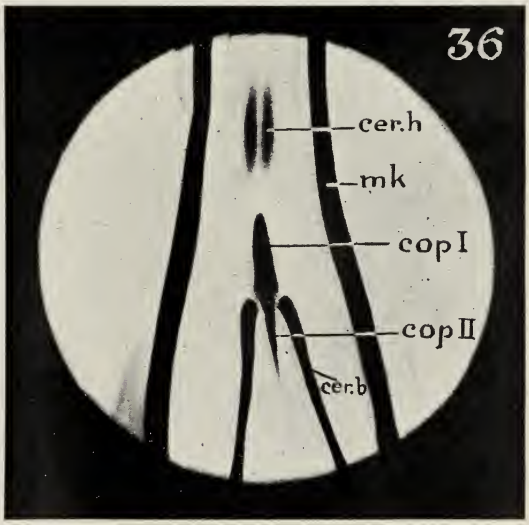

31
spt.n
tn
lon
ns
spt
fh
fbp
pcoch
pcoch

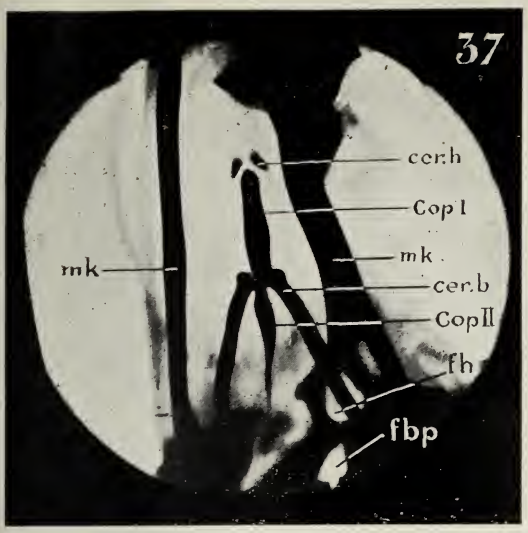

32
cerb
copI
cer.b
copII
copI
cer.b
copII
copI
cer.b
copII
pot
por
q
mk
pot
por
q
mk


33
Vh
Vh
Lo
lon
spt.n
ppr

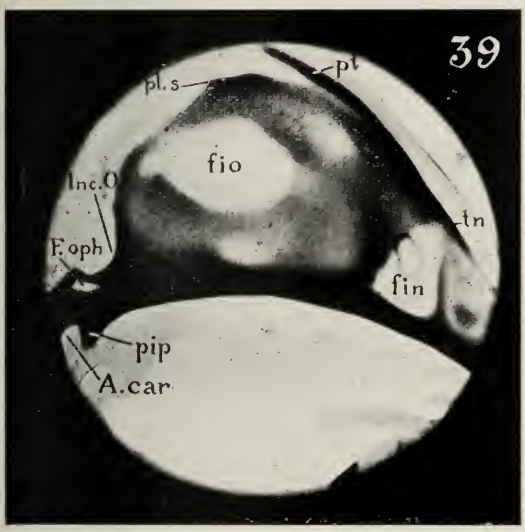
34
mk
mk
copI
copII
cer.b
eb

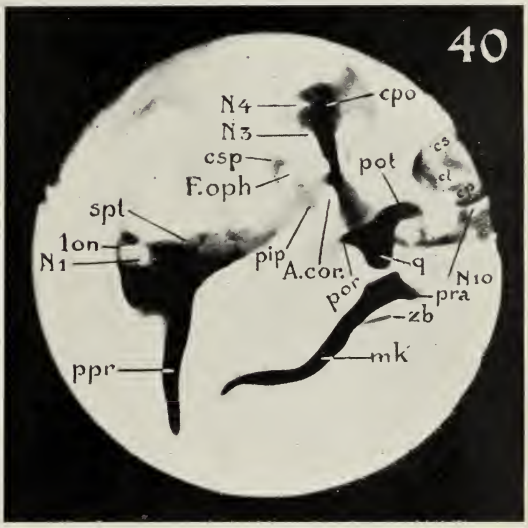
35
Vh Vh
lon
spt
tn
ppr


36
cer.h
mk
copI
copII
cer.b


37
cer.h
Cop I
mk
mk
cer.b
Cop II
fh
fbp

38
ts
ca
ca
ob
ob


39
pl.s
pt
fio
Inc.O
tn
F.oph
fin
pip
A.car


40
N4
cpo
N3
csp
pot
F.oph
spt
lon
N1
pip
A.cor
q
N10
por
pra
zb
ppr
mk

41
cpo
1ao
Foph
csp
Inao
spt
lon
q
pip
Acar
pra
eb
Cop I
mk
ppr

42
cerb
spt
mk
csp
fh
a.eh
fbp
proch
ppo
ch
(N12)
N12
N12
pcca
pcca
cb 1
Fiv

STELLINGEN.

I.

De al of niet zelfstandige aanleg van kraakbeenelementen in den schedel beslist niet over hun homologie.

II.

In den vogelschedel zijn minstens twee wervels opgenomen.

III.

De Columella auris der vogels is in zijn geheel als een homologon te beschouwen van de Stapes der Zoogdieren.

IV.

De variaties, welke in den Circulus Willissii voorkomen, kunnen phylogenetisch verklaard worden.

V.

Heftige bloedingen bij de tonsillotomie berusten vooral op verwonding van een abnormaal verloopende art. lingualis.

VI.

De rook, welke in de industriestreken zich in de athmospheer bevindt, moet aansprakelijk gesteld worden voor de vermeerdering van het aantal gevallen van acute longziekten in die streken.

VII.

De nieuwste onderzoekingen met de zilver-reductie-methode van Ramon y Cajal geven een bevestiging van de „Neuronenleer".

VIII.

De Bier'sche stuwingsbehandeling bij osteomylitis acuta verdient geen aanbeveling.

IX.

Een causale behandeling der blaastuberculose mag niet tot dit orgaan beperkt blijven.

X.

Cholelithotripsie is niet aan te bevelen.

XI.

Bij de prophylaxis tegen tetanus zijn inspuitingen van het tetanus-antitoxine slechts van geringe waarde.

XII.

Een orthotische albuminurie kan bestaan zonder nephritische veranderingen in de nieren.

XIII.

De Bier'sche stuwing is bij de behandeling van ziekten van den bulbus oculi van geen waarde.

XIV.

De Müller'sche extractie verdient de voorkeur boven de zoogenaamde klassieke methode.

XV.

Fraenkel heeft te verstrekkende conclusies getrokken uit zijn onderzoekingen over de functie van het corpus luteum.

XVI.

In publikaties over verloskunde moet men de grootte der gemeten conjugata diagonalis en niet die der conjugata vera alleen opgeven.

XVII.

De psychologie dient voor medische studenten een verplicht leervak te zijn.

XVIII.

De gezamenlijke hysterische symptomen zijn niet te verklaren uit de vernauwing van het bewustzijn.

3 2044 107 162 414